PROGRAMME ZONES
d' INTÉRÊT
PRIORITAIRE

PLAN D'ACTION SAINT-LAURENT
ST. LAWRENCE ACTION PLAN

Canada

Québec

SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES SUR LES COMMUNAUTÉS BIOLOGIQUES DU LAC SAINT-PIERRE

Rapport technique
Zone d'intérêt prioritaire n° 11

C. Langlois, L. Lapierre, M. Léveillé, P. Turgeon et C. Ménard
Groupe de travail sur les zones d'intérêt prioritaire

Centre Saint-Laurent
Conservation et Protection
Environnement Canada

Janvier 1992

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement
©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1991
N° de cat. : En40-402/1991F
ISBN 0-662-96734-8

PERSPECTIVE DE GESTION

Le programme Zones d'intérêt prioritaire (ZIP) représente une approche innovatrice en matière de traitement de l'information scientifique à des fins de gestion. La réalisation des rapports techniques par les membres du Groupe de travail ZIP du Centre Saint-Laurent constitue la pierre angulaire de cette démarche.

La méthode de cueillette et d'analyse des données existantes à l'échelle locale est une première pour l'ensemble du fleuve Saint-Laurent. Les rapports techniques vont plus loin encore, en proposant un diagnostic sur l'état actuel des zones à partir de critères de qualité objectifs et reconnus.

Le défi consiste donc à poser un jugement scientifique fondé sur l'information disponible. Les embûches sont nombreuses : les données ont été recueillies à d'autres fins, la couverture spatiale ou temporelle n'est pas idéale, les méthodes d'analyse chimique ne sont pas uniformes, etc.

Malgré cela, le Groupe de travail ZIP est convaincu qu'il est possible de poser, sans plus attendre, un regard éclairé et prudent sur chaque zone d'intérêt prioritaire. Cette première évaluation constitue donc un point de départ et un document de base, rédigé à l'intention des partenaires riverains de chaque zone d'intérêt prioritaire, qui permettra un choix judicieux des mesures à prendre.

MANAGEMENT PERSPECTIVE

The Zones of Prime Concern (ZIP) program is an innovation in the field of data processing for management purposes. The completion of technical reports by the ZIP work group staff of the St. Lawrence Centre constitutes the cornerstone of this innovation.

The method of collecting and analysing existing data, on a local scale, has never before been used for the entire St. Lawrence River. The technical reports go further and propose a diagnosis of the present state of the ZIP, using objective and recognised quality criteria.

The challenge, then, consists in establishing a scientific opinion based on the available information. The pitfalls are numerous: the data were collected for other purposes, the spatial or temporal cover is not ideal, the methods of chemical analysis are not uniform, etc.

Despite everything, the ZIP work group is convinced that it is possible to establish, without further delay, an enlightened and prudent view of each ZIP. This first evaluation constitutes a starting point and a document basis for directing activity, and was written for the benefit of riverside partners of each Zone of Prime Concern.

92-05813/

RÉSUMÉ

Dans le cadre du programme Zones d'intérêt prioritaire (ZIP) du Plan d'action Saint-Laurent, nous avons effectué une synthèse des connaissances actuelles sur les communautés biologiques présentes dans la ZIP du lac Saint-Pierre. D'une superficie totale de près de 480 km^2, le lac Saint-Pierre abrite des habitats à productivité biologique élevée. Il revêt de plus, une importance socio-économique considérable. Il supporte une des plus importantes pêcheries commerciales d'Esturgeon jaune (plus de 150 t) et la plus importante héronnière (844 nids) en Amérique du nord. C'est également au lac Saint-Pierre que les chasseurs abattent la plus grande quantité de canards barboteurs (40 000) et plongeurs (15 000), comptant repectivement pour 22 p. 100 et 15 0. 100 de la récolte de tout le fleuve Saint-Laurent. La plaine de débordement est utilisée par de nombreuses espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux pour la reproduction, l'alimentation ou comme halte migratoire. Cette dernière est considérée comme la plus importante halte de la voie migratoire de l'Atlantique, avec une fréquentation printanière de 140 000 oies, bernaches et canards barboteurs. L'utilisation de ce territoire par l'Oie des neiges s'est accrue considérablement au cours des dernières années, alors que le nombre d'individus est passé de 300 en 1979 à 100 000 en 1990. Le niveau d'eutrophisation du lac est relativement élevé, principalement près des herbiers et des rives. La diversité biologique est faible chez certains groupes, en particulier les macro-invertébrés benthiques, dont la communauté est composée surtout d'espèces tolérantes (Tubificidés). Le niveau de contamination des organismes est significatif pour plusieurs substances toxiques, dont l'arsenic, le plomb, le mercure, le DDT et ses dérivés, le mirex, le chlordane, la dieldrine, l'hexachlorobenzène, le pentachlorophénol et les BPC. Il existe peu d'information disponible sur la santé des organismes aquatiques. Cependant, certains indicateurs biochimiques et histologiques, utilisés en 1989 dans les trois lacs fluviaux, suggèrent que les poissons du lac Saint-Pierre subissent un stress à toutes les stations échantillonnées. On note la présence de plusieurs espèces de plantes, de poissons et d'oiseaux considérées comme rares, menacées ou sensibles; pour en assurer la protection, il est souhaitable d'augmenter la superficie des terres qui bénéficient d'un statut de conservation.

ABSTRACT

Within the Zones of Prime Concern (ZIP) program of the St. Lawrence Action Plan, we have synthesized the current knowledge of the biological communities of the Lake Saint-Pierre ZIP. Covering an area of almost 480 km^2, Lake Saint-Pierre is made up of habitats with a very high biological productivity. It is also of considerable socio-economic importance. Thus, it supports one of the most important commercial fishing grounds of the Yellow Sturgeon (more than 150 t) and the most important Heron breeding site (844 nests) in North America. The dabbling (40 000) and diving (15 000) duks hunted at Lake Saint-Pierre account for 22 percent and 15 percent respectively of the game hunted in the entire St. Lawrence River area. The flood plain is used by numerous species of fish, amphibian, and birds for reproduction, feeding, or as migratory stops. It is a major staging area on the Atlantic migration route, where 140 000 ducks and geese stop during the spring. The number of Snow Geese using this area has increased considerably in the last few years, rising from 340 in 1979 to 100 000 in 1990. The lake's eutrophication level is relatively high, principally along the shore and in zones colonized by macrophytes. The biological diversity is poor for certain groups, such as the benthic macro-invertebrates, whose community is composed of tolerant species (*Tubificidae*). The contamination level of organisms is significant for several toxic substances (arsenic, lead, mercury, DDT and its derivatives, mirex, chlordan, dieldrin, hexachlorobenzene, pentachlorophenol, and PCBs). Scant information is available concerning the health of aquatic organisms. Nevertheless, certain biochemical and histological indicators used in 1989 for the three fluvial lakes of the St. Lawrence suggest that the fish of Lake Saint-Pierre undergo a stress at all the sampling stations. Several species of plants, fish, and birds, considered rare or endangered, are present; to ensure their protection, it is desirable to increase the land area designated for conservation.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Jean-Claude Bourgeois, Sylvie Desjardins, Daniel Dolan, Jean Dubé, Pierre Dumont, Michel Letendre, Yves Mailhot, Éloi Mathieu, Grégoire Ouellet, Paul-Aimé Roy et Louis-Marc Soyez du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche pour les données qu'ils nous ont fournies.

Nous tenons également à remercier de leur collaboration toutes les personnes qui ont été consultées dans le cadre de la rédaction de ce rapport, et plus particulièrement, les personnes et organismes suivants :

Au ministère de l'Environnement du Québec, Denis Laliberté pour ses avis sur la contamination de la chair des poissons.

Au Centre Saint-Laurent, Mireille Gilbert et Alain Armellin qui ont révisé et corrigé les versions préliminaires et finale du document.

Au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, nous tenons à souligner l'excellente collaboration de Brigitte Portelance.

Au Service canadien de la faune, nous remercions Birgit M. Braune, Léo-Guy De Repentigny, Jean-Luc DesGranges, Denis Lehoux et Jacqueline Vincent.

Au ministère des Pêches et Océans, nos remerciements vont à Yves Lavergne, Martin Castonguay et Gordon Walsh.

Mentionnons aussi Raymond Leclair et Guy Vaillancourt à l'Université du Québec à Trois-Rivières.

Nous tenons également à remercier les personnes qui ont effectué la révision scientifique du texte autant à l'intérieur qu'à l'extérieur du Centre Saint-Laurent.

En dernier lieu, nous tenons à souligner le travail de la section Révision et graphisme du Centre Saint-Laurent : Denise Séguin pour le montage des figures et Michèle Létienne-Prévost pour la révision et la mise en page du texte.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ		v
ABSTRACT		vi
REMERCIEMENTS		vii
LISTE DES TABLEAUX		xiii
LISTE DES FIGURES		xvi
Première partie - INFORMATIONS GÉNÉRALES		
1	INTRODUCTION	3
2	DESCRIPTION DU TERRITOIRE	5
2.1	Profil physico-chimique	5
2.2	Profil socio-économique	7
Deuxième partie - BILAN DES CONNAISSANCES		
3	HABITATS AQUATIQUES ET RIVERAINS	13
3.1	Caractérisation	13
3.2	Tenure des terres et protection	17
3.3	Modifications physiques	24
4	VÉGÉTATION AQUATIQUE ET RIVERAINE	29
4.1	Groupements végétaux	29
4.2	Plantes menacées ou vulnérables	32
4.3	Biomasse et bioaccumulation	34
5	PLANCTON	36
5.1	Phytoplancton	36
5.2	Zooplancton	40
5.2.1	Zooplancton de la plaine d'inondation	41
5.2.2	Zooplancton d'eau libre	47

6	BENTHOS, FAUNE PHYTOPHILE ET PÉRIPHYTON	50
6.1	Communautés benthiques	50
6.2	Hirudinés	57
6.3	Mollusques	57
6.3.1	Écologie et répartition	57
6.3.2	Contamination	59
6.4	Écrevisses	62
6.4.1	Écologie et répartition	62
6.4.2	Exploitation des populations d'écrevisses	63
6.4.3	Contamination de la chair d'écrevisses	66
6.5	Faune phytophile	69
6.6	Périphyton	71
7	POISSONS	73
7.1	Revue des études	73
7.2	Communautés	75
7.2.1	Richesse spécifique	76
7.2.2	Dominance et abondance	77
7.2.3	Répartition spatiale	82
7.2.4	Composition trophique	82
7.3	État des populations	84
7.3.1	Barbotte brune	88
7.3.2	Perchaude	89
7.3.3	Grand Brochet	91
7.3.4	Doré jaune	91
7.3.5	Esturgeon jaune	92
7.3.6	Autres espèces	93
7.4	Exploitation	94
7.4.1	Pêche récréative	94
7.4.2	Pêche commerciale	95
7.5	Frayères et aires d'alevinage	104
7.6	Bioaccumulation	116
7.6.1	Revue des études	116
7.6.2	Protection de la santé publique	118
7.6.2.1	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), chlorobenzènes, phénols et chlorophénols	118
7.6.2.2	Métaux autres que le mercure	118

7.6.2.3	Mercure	120
7.6.2.4	Contaminants organochlorés	124
7.6.3	Protection de la vie aquatique	131
7.6.3.1	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), phénols et chlorophénols	132
7.6.3.2	Métaux	135
7.6.3.3	Contaminants organochlorés	135
7.6.3.4	Répartition spatiale de la contamination	137
7.7	Indicateurs d'effets sous-létaux	138
7.7.1	Indicateurs biochimiques	138
7.7.1.1	Oxydases à fonctions multiples	138
7.7.1.2	Métallothionéine	139
7.7.2	Indicateurs histologiques	143
7.7.3	Ichtyopathologie	143
7.8	Intégrité biotique et espèces rares et(ou) menacées	146
7.8.1	Intégrité biotique	146
7.8.2	Espèces rares et(ou) menacées	149
7.9	Facteurs de perturbation du milieu	151
8	OISEAUX	154
8.1	Communautés et populations	154
8.1.1	La Bernache du Canada	155
8.1.2	L'Oie des neiges	157
8.1.3	Les canards barboteurs	157
8.1.4	Les canards plongeurs et marins	159
8.1.5	Les espèces coloniales et les autres	160
8.2	Exploitation et aménagement	161
8.3	Contamination	163
8.4	Espèces rares et(ou) menacées	165
9	AUTRES COMMUNAUTÉS	168
9.1	Amphibiens	168
9.2	Reptiles	171
9.3	Mammifères	171
9.3.1	Rat musqué	171
9.3.2	Autres espèces	175

Troisième partie - DIAGNOSTIC ET CONCLUSION

10	DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT DE SANTÉ	179
10.1	Qualité des habitats	179
10.2	Eutrophisation	180
10.3	Ressources halieutiques et cynégétiques	181
10.4	Bioaccumulation et risques pour la santé	183
10.5	Espèces rares, menacées ou sensibles	184
10.6	Santé des organismes	185
10.7	Intégrité des communautés	186
11	CONCLUSION	191
RÉFÉRENCES		192
ANNEXES		213
1	Groupements végétaux dominants et sous-dominants par catégorie de terres humides et autres milieux du lac Saint-Pierre	215
2	Genres dominants de phytoplancton au lac Saint-Pierre en juin et août 1976	222
3	Les oiseaux de la région du lac Saint-Pierre	223
4	Les poissons de la région du lac Saint-Pierre	232
5	Définition du PSD et du RSD	233
6	Longueurs moyennes et erreurs types des Perchaudes mâles et femelles, capturées à la pêche commerciale au verveux au lac Saint-Pierre, en fonction des différents secteurs et des années	234
7	Taille (mm), PSD et RSD des Grands Brochets échantillonnés dans les captures sportives et commerciales dans les nappes d'eau de la plaine du Saint-Laurent	235
8	Répartition en fonction de l'âge des Grands Brochets capturés à l'aide de verveux dans la région de Nicolet en 1984 (1 échantillon, $n = 278$)	236

LISTE DES TABLEAUX

1	Superficie occupée par les milieux dans chacun des quatre secteurs de la région du lac Saint-Pierre	14
2	Tenure des terres vouées à la protection et à l'aménagement faunique	18
3	Superficie (ha) des perturbations répertoriées par milieu touché dans la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre de 1945 à 1984	24
4	Plantes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables présentes dans les milieux humides de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre	33
5	Concentrations moyennes de contaminants et biomasse des plantes aquatiques en 1976	35
6	Comparaison de la biomasse moyenne (chlorophylle *a* et biovolume) et diversité de Shannon du phytoplancton entre les rives nord et sud du lac Saint-Pierre	37
7	Zooplancton de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre (moyennes des données du printemps, avril-juin)	42
8	Biomasse humide des invertébrés zooplanctoniques de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre, synthèse pour tous les habitats	45
9	Comparaison de la biomasse humide moyenne du zooplancton du printemps (mg/m^3) dans la plaine inondée en 1983 et 1984 et dans le fleuve en 1984	46
10	Indices synthétiques des organismes benthiques selon les régions du lac Saint-Pierre	52
11	Distribution des espèces de sangsues entre la partie des îles de Berthier-Sorel et la partie lac, au lac Saint-Pierre	58
12	Concentration des contaminants organiques dans les moules (ng/g poids humide) en 1985	60

13	Captures d'écrevisses au lac Saint-Pierre (pêche accessoire au verveux)	64
14	Succès de pêche (nombre d'écrevisses/casier/2 jours) pour différents secteurs de pêche au lac Saint-Pierre	67
15	Teneurs en contaminants des chairs d'écrevisses	67
16	Biomasse humide, diversité, richesse moyenne et taxons dominants de la faune épiphytique et épibenthique (faune phytophile) de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre entre le 3 mai et le 13 juin 1983	70
17	Biomasse humide des invertébrés épibenthiques et épiphytiques de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre, synthèse pour tous les habitats	72
18	Composantes de base des communautés harmoniques de Percidés de la forêt boréale, région du Bouclier canadien	76
19	Captures effectuées sur quatre sites du lac Saint-Pierre entre septembre et novembre 1989	78
20	Rendement de la pêche au filet, exprimé en nombre de poissons par filet par période de 18 heures de pêche, et abondance relative des principales espèces de poissons de la région du lac Saint-Pierre	80
21	Espèces dominantes en nombre (plus de 10 p. 100 de l'effectif) par engin (pêche électrique, filets maillants, seine) et par site au lac Saint-Pierre en 1989	81
22	Proportion et indice de fréquence des espèces de poissons les plus abondantes et les mieux réparties rencontrées dans les chenaux des îles de Sorel et de Berthier durant l'été 1971 et dans le lac Saint-Pierre durant l'été 1972	83
23	Données biométriques et valeurs du PSD et du RSD des différentes espèces de poissons du lac Saint-Pierre capturés au verveux en 1983, à la ligne à l'hiver 1983 et à l'été 1985	85
24	Synthèse des données sur la pêche récréative sur une base annuelle au lac Saint-Pierre	97

25	Synthèse des données sur la pêche commerciale sur une base annuelle au lac Saint-Pierre	100
26	Espèces de poissons dont les sites de frai réels ou potentiels ont été identifiés dans le fleuve Saint-Laurent pour le tronçon Cornwall-Montmagny	107
27	Caractérisation des sites de frai des principales espèces du fleuve Saint-Laurent pour le tronçon Cornwall-Montmagny	109
28	Utilisation de l'habitat par les différentes espèces de poissons présentes	111
29	Caractéristiques biophysiques des frayères rencontrées dans les secteurs 2 et 3 du lac Saint-Pierre	112
30	Concentrations d'arsenic, de sélénium, de cadmium et de plomb dans les chairs de certaines espèces de poissons du lac Saint-Pierre	119
31	Concentrations de mercure (mg/kg masse humide) mesurées dans les chairs de diverses espèces de poissons du lac Saint-Pierre	121
32	Concentrations de biphényles polychlorés (µg/kg masse humide) dans la chair de diverses espèces de poissons du lac Saint-Pierre	126
33	Concentrations de mirex (mg/kg masse humide) dans la chair de diverses espèces de poissons du lac Saint-Pierre	129
34	Moyennes et étendues des teneurs en contaminants mesurées dans les poissons capturés au lac Saint-Pierre en septembre 1986	133
35	Métriques de l'IBI	147
36	Valeur et pointage des paramètres de l'indice d'intégrité biotique pour quatre sites du lac Saint-Pierre	148
37	Richesse, abondance et dominance des espèces de poissons échantillonnés au lac Saint-François et au lac Saint-Pierre en 1989	149

38	IBI et indices écologiques mesurés au lac Saint-François et au lac Saint-Pierre en 1989	150
39	Contaminants trouvés dans la chair blanche du Canard colvert et du Canard noir au lac Saint-Pierre en 1988	165
40	Oiseaux de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre faisant partie de la liste des oiseaux menacés du Québec	166
41	Amphibiens de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre	168
42	Reptiles de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre	172
43	Liste partielle des mammifères de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre	175
44	Classes des indices synthétiques pour la caractérisation des communautés benthiques et répartition selon les milieux	188

LISTE DES FIGURES

1	Zones d'intérêt prioritaire (ZIP) du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Saguenay	4
2	Lac Saint-Pierre	6
3	Végétation des terres humides du lac Saint-Pierre	15
4	Tenure des terres de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre	20
5	Modifications physiques des habitats répertoriés dans la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre de 1945 à 1984	26
6	Succession des principaux groupements végétaux caractéristiques des milieux humides du lac Saint-Pierre	30
7	Concentration de chlorophylle *a*, biomasse et diversité du phytoplancton de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre	38
8	Répartition des populations larvaires de moustiques dans les niveaux écologiques des îles de l'archipel des Cent Îles	48
9	Composition faunique et diversité du benthos aux stations de la rive sud du lac Saint-Pierre	53
10	Composition faunique et diversité du benthos aux stations de la rive nord du lac Saint-Pierre	54
11	Diversité taxonomique, nombre de taxons et régularité des communautés benthiques de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre	55
12	Succès de pêche moyen des écrevisses de mai à octobre (nombre d'écrevisses par 10 nasses par jour)	68
13	Pêche récréative en eau libre de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre	96
14	Pêche commerciale au verveux au printemps (1er avril - 14 juin), en été (15 juin - 31 août) et en automne (1er septembre - 30 novembre) dans la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre	99

15	Variations temporelles des débarquements des principales espèces commerciales et du nombre de pêcheurs actifs au lac Saint-Louis	102
16	Évolution temporelle des pêcheries en eau douce au Québec et au lac Saint-Pierre depuis 1945	103
17	Localisation des sites de reproduction des principales espèces de poissons dans les îles de Berthier-Sorel	105
18	Localisation des sites de reproduction des principales espèces de poissons dans la partie aval du lac Saint-Pierre	106
19	Stade évolutif des espèces en 1984	113
20	Cartographie de la qualité des habitats pour les poissons de la ZIP du lac Saint-Pierre	114
21	Cartographie de la qualité des habitats pour les poissons de la ZIP du lac Saint-Pierre	115
22	Concentrations de mercure mesurées dans la chair de Grands Brochets (*Esox lucius*), de Dorés jaunes (*Stizostedion vitreum*) et d'Esturgeons jaunes (*Acipenser fulvescens*) capturés au lac Saint-Pierre en septembre 1989	123
23	Concentrations de BPC mesurées dans le foie de Grands Brochets (*Esox lucius*), de Dorés jaunes (*Stizostedion vitreum*) et d'Esturgeons jaunes (*Acipenser fulvescens*) capturés au lac Saint-Pierre en septembre 1989	136
24	Activité moyenne des MFO (aryl hydrocarbone hydroxylase) chez le Meunier noir, le Grand Brochet et l'Eperlan arc-en-ciel dans quelques sections du fleuve Saint-Laurent	140
25	Activité moyenne des MFO (aryl hydrocarbone hydroxylase) chez le Meunier noir et l'Éperlan arc-en-ciel à tous les sites et en fonction des rives nord et sud (*n*)	141
26	Concentration moyenne de métallothionéine chez le Grand Brochet et l'Eperlan arc-en-ciel (*n*)	142
27	Mesure semi-quantitative (classes de 0 à 5) de paramètres histologiques de branchies des spécimens capturés en 1989 (n = 1 à 6)	144

28	Mesure semi-quantitative (classes de 0 à 5) de paramètres histologiques du foie des spécimens capturés en 1989 (*n* = 1 à 6)	145
29	Aires importantes utilisées par la sauvagine comme halte migratoire dans la ZIP du lac Saint-Pierre	156
30	Secteurs utilisés pour la capture des anoures dans la ZIP du lac Saint-Pierre	170
31	Potentiel des habitats pour le Rat musqué dans la ZIP du lac Saint-Pierre	173
32	Intensité d'utilisation des zones de piégage du Rat musqué dans la ZIP du lac Saint-Pierre	174

PREMIÈRE PARTIE

INFORMATIONS GÉNÉRALES

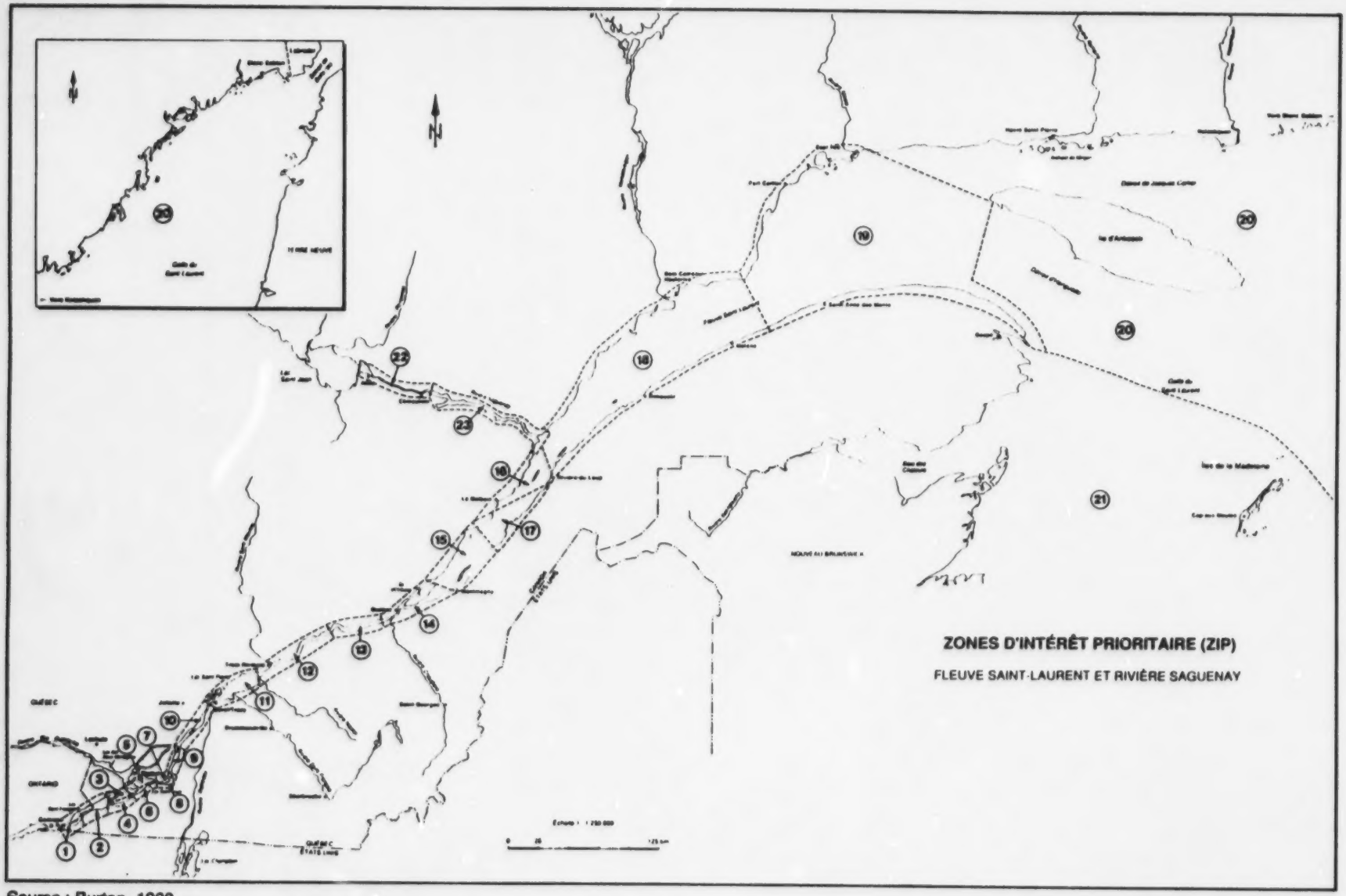
1 INTRODUCTION

Le Plan d'action Saint-Laurent (PASL) vise la réduction de 90 p. 100 de l'ensemble des rejets toxiques au fleuve provenant des 50 établissements industriels reconnus comme les plus polluants (Gouvernement du Canada, 1989). Dans le cadre de ce plan, quatre objectifs principaux ont été identifiés : a) la réduction des toxiques; b) le développement de technologies environnementales; c) la conservation; d) la restauration d'habitats privilégiés pour la flore et la faune.

Le territoire visé par le PASL englobe toute la section québécoise du fleuve, entre Cornwall et l'île d'Orléans, les estuaires moyen et maritime, le golfe Saint-Laurent et la rivière Saguenay. Compte tenu de sa vaste étendue et de sa grande hétérogénéité, ce territoire a été divisé en 23 zones d'intérêt prioritaire (ZIP). Ces zones ont été délimitées en fonction des régions biogéographiques (Ghanimé *et al.*, 1990), du régime hydrologique (Frenette *et al.*, 1989), de l'importance des ressources biologiques à conserver (Langlois et Lapierre, 1989) des impératifs socio-économiques et des possibilités éventuelles de restauration (Roy, 1989). Au total, 23 ZIP ont été délimitées sur l'ensemble du territoire, dont 14 dans la partie fluviale, sept dans l'estuaire et le golfe, et deux dans le Saguenay (figure 1).

Dans le contexte du PASL, la programmation ZIP prévoit une consultation auprès des partenaires à partir d'un rapport d'état de situation préparé pour chacune des ZIP (Burton, 1990). Cet état de situation est établi à partir de trois rapports techniques portant respectivement sur la physico-chimie, la biologie et la socio-économie de chacune des ZIP.

Le présent rapport technique porte sur la biologie de la ZIP n° 11, le lac Saint-Pierre. Pour chacun des principaux groupes d'organismes aquatiques, nous présentons un bilan des connaissances et une évaluation de la conformité avec des critères de qualité choisis. Ces informations nous amènent ensuite à établir un diagnostic sur l'état de détérioration des communautés biologiques et de leur habitat et à formuler des objectifs de qualité pour la protection de la santé humaine et la protection de la vie aquatique et des écosystèmes.



Source : Burton, 1990.

Figure 1 Zones d'intérêt prioritaire (ZIP) du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Saguenay

2 DESCRIPTION DU TERRITOIRE

La ZIP du lac Saint-Pierre (n° 11) est délimitée au sud-ouest par l'extrémité ouest de l'île aux Foins et au nord-est par Pointe-du-Lac et la rive droite de la rivière Nicolet à son embouchure (figure 2). D'une superficie totale de près de 480 km^2, le lac Saint-Pierre est un élargissement du fleuve, et il fait partie de la région écologique des basses terres du Saint-Laurent. Son bassin de drainage inclut la région métropolitaine de Montréal et la région internationale des Grands Lacs. Il reçoit également les eaux provenant de quatre affluents québécois majeurs, les rivières Richelieu, Yamaska, Saint-François et Nicolet. Le delta de Sorel occupe toute la partie amont du lac et il abrite un archipel de plus d'une centaine d'îles. À cause de sa position géographique, le lac Saint-Pierre revêt une importance particulière dans l'étude du cheminement des substances toxiques et de leurs effets sur les écosystèmes du Saint-Laurent.

2.1 Profil physico-chimique

La profondeur du lac est généralement inférieure à 3 m, sauf dans la voie maritime du Saint-Laurent où elle atteint 11 m. Cette voie navigable, qui passe à peu près au centre du lac, constitue une barrière artificielle au mélange des eaux très alcalines (>75 mg/L $CaCO_3$) provenant des Grands Lacs et de la rive sud avec celles peu minéralisées (<50 mg/L $CaCO_3$) en provenance de la rivière des Outaouais et de la rive nord (Germain et Janson, 1984).

Le débit moyen annuel à l'entrée du lac est de 10 930 m^3/s (Environnement Canada, 1987) et le niveau d'eau du lac est influencé directement par la régularisation de l'eau des Grands Lacs. La topographie très peu accidentée du territoire et la faible pente des rives du lac favorisent la création de milieux humides très étendus et un débordement important des eaux lors des crues printanières.

Dans les eaux de surface, les critères de qualité pour la protection de la vie aquatique (CCMRE, 1987 et MENVIQ, 1990) sont fréquemment dépassés pour plusieurs métaux, dont le plomb, le chrome, l'aluminium, le cuivre et le fer (Germain *et al.*, 1990). Dans les sédiments de fond, les teneurs en BPC et en plomb dépassent

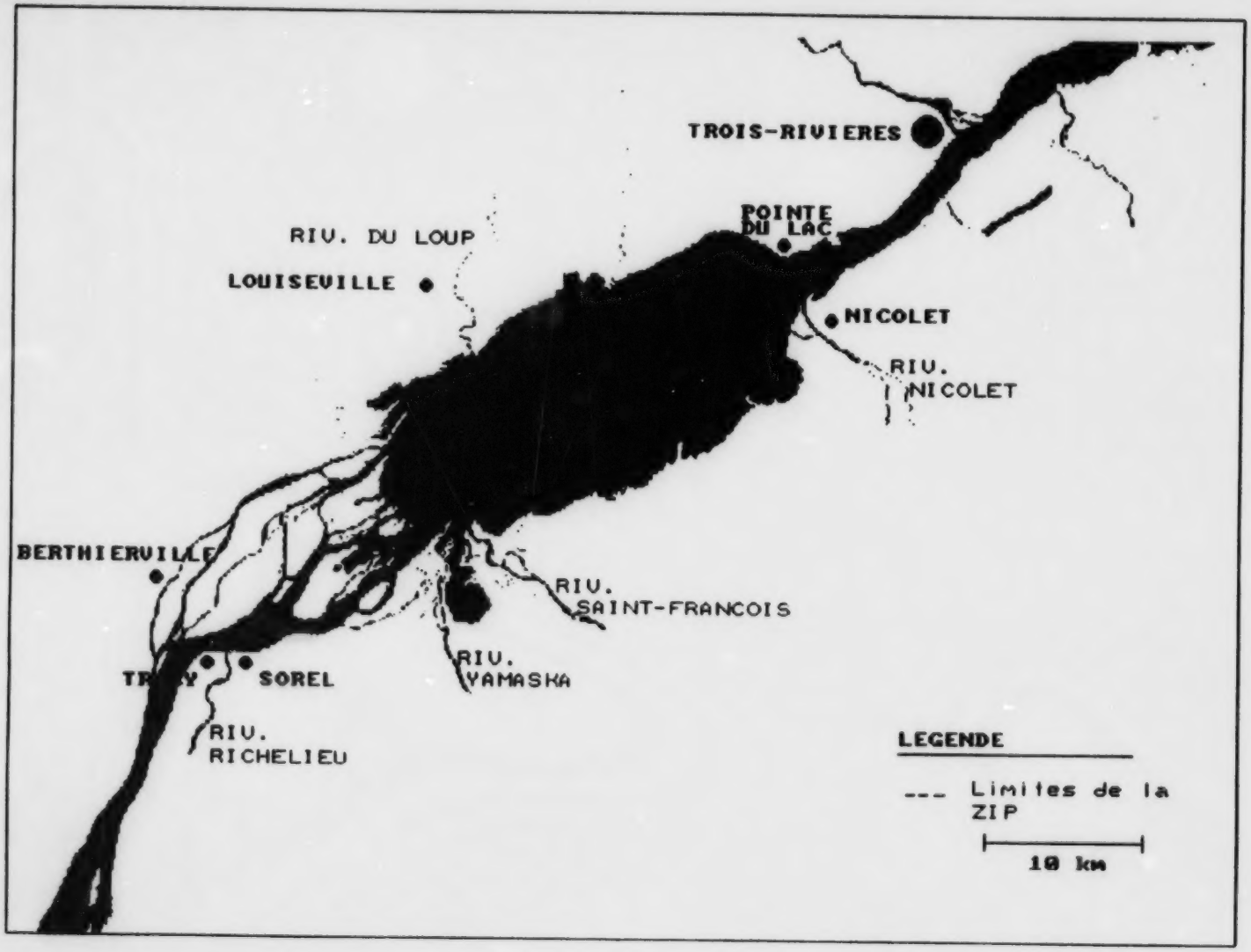


Figure 2 Lac Saint-Pierre

régulièrement les critères de qualité pour le dragage (Langlois et Sloterdijk, 1989) suggérés par Environnement Canada et le ministère de l'Environnement du Québec, qui sont respectivement de 100 µg/kg et 60 mg/kg (Rochon, 1985).

Les concentrations de contaminants sont nettement plus élevées dans le delta de Sorel que dans les autres secteurs du lac, ce qui s'explique en partie par un taux de sédimentation beaucoup plus élevé dans le Delta (1 cm/an) que dans le lac (0,15 cm/an) (Couillard, 1983) et par les apports provenant de la grande région métropolitaine. Les nombreuses industries localisées dans le secteur de Sorel-Tracy ont par ailleurs une influence significative sur la qualité physico-chimique de l'eau (couleur apparente, turbidité, matières en suspension, sulfates et ammoniaque) et sur la concentration de nombreux contaminants inorganiques (cuivre, nickel, chrome, manganèse, fer et zinc) (Germain *et al.*, 1990). Par ailleurs, les teneurs en contaminants organiques (BPC, α-hexachlorocyclohexane et lindane) décroissent de l'amont vers l'aval, ce qui indique bien l'importance de ce tronçon du fleuve dans la rétention, plus ou moins temporaire, des contaminants provenant des régions industrialisées en amont.

2.2 Profil socio-économique

La ZIP du lac Saint-Pierre englobe plus de 20 municipalités riveraines comprenant au-delà de 92 000 habitants. Près de 45 p. 100 de cette population est concentrée dans les municipalités de Sorel et Tracy.

Les terres agricoles occupent la majeure partie des sols du territoire, lesquels sont constitués principalement de dépôts marins argileux de la mer de Champlain et de matériaux sableux d'origine fluviale (MLCP, non daté). Ces sols sont très fertiles pour l'ensemble des productions agricoles, ce qui a amené les agriculteurs à proposer l'endiguement des terrains encore humides afin de récupérer à des fins agricoles une partie des terres inondables.

Le développement industriel est particulièrement important dans la région de Sorel-Tracy, soit dans la partie amont du territoire. On y retrouve quatre complexes industriels majeurs, lesquels font partie des 50 établissements industriels prioritaires identifiés dans le cadre du PASL (Gouvernement du Canada, 1989). Ce sont deux

industries métallurgiques (Aciers Inoxydables Atlas, div. de Sammi-Atlas inc. à Tracy; QIT-Fer et Titane inc. à Saint-Joseph-de-Sorel), une industrie de chimie inorganique (Tioxide Canada inc. à Tracy) et une industrie du bois (Les Industries de Préservation du bois ltée à Tracy). De plus, la région de Sorel-Tracy abrite les chantiers maritimes Marines Industries, lesquels génèrent une forte demande en équipements lourds et en métallurgie.

Dans sa portion sud-est, plus du tiers de la superficie du lac constitue une zone d'essais balistiques du ministère de la Défense nationale. En plus de limiter l'accès à cette zone, les essais balistiques perturbent vraisemblablement les habitats et la faune. Compte tenu des difficultés d'accès, le taux de perturbation et(ou) de contamination de ce territoire est très peu connu.

Dans la région du lac Saint-Pierre, l'exploitation de la faune revêt une importance socio-économique particulière. En 1986, la pêche sportive a attiré plus de 24 000 pêcheurs différents, pour plus de 300 000 jours-utilisateurs (MLCP, 1987). La pêche blanche est par ailleurs de plus en plus populaire et près de 20 p. 100 de l'effort de pêche y sont consacrés (Benoît *et al.*, 1988). Plus d'une dizaine d'espèces de poissons font également l'objet de pêche commerciale par les 42 pêcheurs commerciaux détenteurs d'un permis pour le lac Saint-Pierre. En 1986, la pêche commerciale totalisait des débarquements de près de 600 t, dont 50 p. 100 étaient constitués de Perchaudes, crapets et Barbottes brunes (Janelle, 1987). La pêche commerciale aux poissons-appâts est également une activité importante dans la région. La chasse à la sauvagine est particulièrement importante au lac Saint-Pierre, et elle génère plus de 15 000 jours de récréation dans la région. La chasse aux grenouilles et le piégeage du Rat musqué sont deux activités traditionnelles également très populaires dans la région.

Afin d'assurer une certaine protection aux écosystèmes du lac Saint-Pierre, plusieurs terres ont déjà fait l'objet d'acquisition à des fins de conservation. Outre les gouvernements du Canada et du Québec, des organismes privés à vocation faunique ont fait l'acquisition de certains territoires. D'autres terres sont des propriétés communales utilisées comme pâturages. Environ 20 p. 100 des terres riveraines et des îles sont du domaine public. Ce pourcentage est moindre que celui des autres lacs fluviaux :

le lac Saint-François (environ 25 p. 100) et le lac Saint-Louis (27 p. 100). Toutefois, malgré le plus haut pourcentage de terres du domaine public, le lac Saint-Louis montre la plus forte artificialisation de ses rives à cause de l'urbanisation.

DEUXIÈME PARTIE

BILAN DES CONNAISSANCES

3 HABITATS AQUATIQUES ET RIVERAINS

Autour du lac Saint-Pierre se trouve la plus grande plaine de débordement d'eau douce du Québec (18 000 ha) constituant 20 p. 100 des habitats humides du fleuve Saint-Laurent. Cet écosystème unique représente une richesse autant pour les communautés qui s'y reproduisent que pour celles qui y trouvent une aire de repos et d'alimentation (invertébrés, poissons, sauvagine, amphibiens, reptiles et mammifères).

3.1 Caractérisation

La crue printanière submerge une grande partie des terres à partir de la mi-avril et pour une période variant de cinq à neuf semaines. La plaine inondée représente 18 000 ha à une fréquence de récurrence de deux ans. Les principaux secteurs de débordement se situent à Nicolet (sud), Longue-Pointe, commune de Baie-du-Febvre, baie Saint-François, baie Lavallière et les îles de Sorel pour le côté sud du lac, et à Saint-Barthélemy et autour de la baie Yamachiche pour le côté nord (Benoît *et al.*, 1987). L'amplitude de ces inondations et la superficie affectée sont responsables de la diversité des milieux au lac Saint-Pierre.

Suite à l'exploitation et à l'agriculture, seulement quelques parcelles de la forêt d'origine existent aujourd'hui. À l'exception de cette dernière et des zones urbaines, les terres agricoles représentent le milieu qui occupe maintenant la plus grande superficie sur les deux rives du lac, 3932 ha pour la rive nord et 7243 ha pour la rive sud. Les terres humides, qui représentent une zone de transition entre le milieu aquatique et le milieu terrestre sont très importantes pour la faune, et elles constituent des habitats essentiels pour toutes les espèces qui séjournent au lac Saint-Pierre. Ces terres se divisent en plusieurs catégories selon leur proximité avec l'eau libre (tableau 1 et figure 3).

Le marécage est une terre humide boisée où l'eau de surface est stagnante ou s'écoule très lentement. Cette eau peut être saisonnière ou persister sur de longues périodes (Jacques *et al.*, 1982). Ce type d'habitat occupe près de 8400 ha (Jacques, 1986) de la superficie de la région, et il a une grande importance pour la nidification des

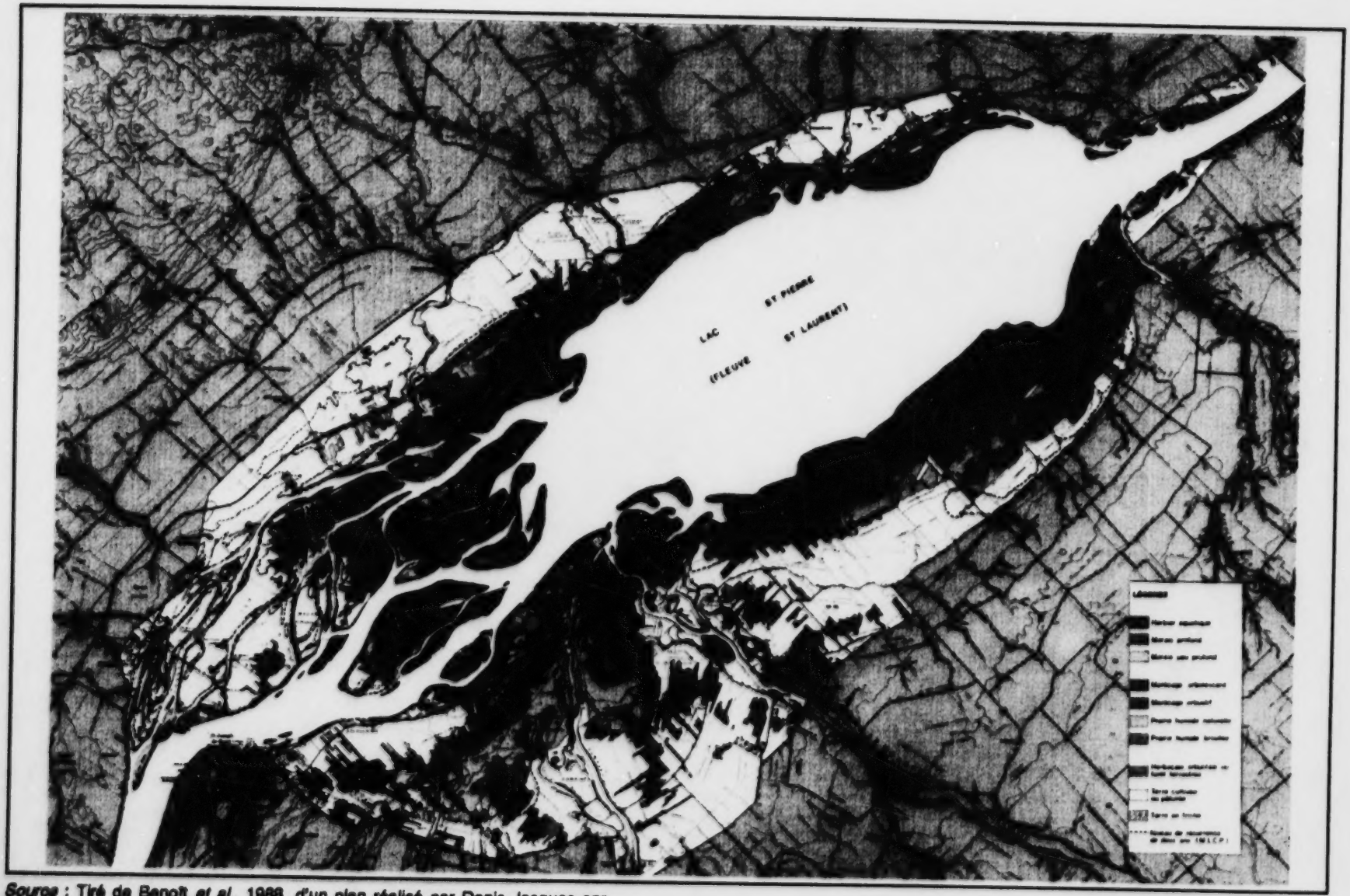
Tableau 1 Superficie occupée par les milieux dans chacun des quatre secteurs de la région du lac Saint-Pierre

	Archipel du lac Saint-Pierre		Rive nord		Rive sud		Couloir fluvial		Total	
Milieu	**S (ha)**	**%**	**S (ha)**	**%**	**S (ha)**	**%**	**S (ha)**	**%**	**S (ha)**	**%**
Herbier aquatique*	1 548	6,6	1 598	15,7	2 693	12,3	378	7,2	6 217	10,2
Marais	2 858	12,3	1 490	14,6	3 882	17,8	131	2,5	8 361	13,8
- Marais profond	1 459	6,3	974	9,6	2 930	13,4	85	1,6	5 448	9,0
- Marais peu profond	1 399	6,0	516	5,0	952	4,4	46	0,9	2 913	4,8
Prairie humide	2 320	10,0	494	4,8	1 403	6,4	53	1,0	4 270	7,0
- Prairie humide broutée	526	2,2							526	0,8
Marécage	3 903	16,7	1 736	17,0	2 521	11,6	235	4,5	8 395	13,9
- Marécage arborescent	2 758	11,8	1 132	11,1	1 873	8,6	178	3,4	5 941	9,8
- Marécage arbustif	1 039	4,5	537	5,3	648	3,0	57	1,1	2 281	3,8
- Forêt morte	106	0,4	67	0,6					173	0,3
Substrat dénudé										
- Sableux	29	0,1	11	0,1	11,6	<0,1	26,1	0,5	77,7	0,1
- Vaseux	36	0,1	0,7	<0,1	16,7	<0,1	4,4	<0,1	57,8	0,1
Eau libre*	0,9	< 0,1			5,8	<0,1			6,7	0,1
Forêt terrestre	713	3,1	21	0,2	1 853	8,5	571	10,9	3 158	5,2
Arbustaie terrestre	232	1,0	51	0,5	194	0,9	47	0,9	524	0,9
Herbaçaie terrestre	431	1,8	117	1,1	192	0,9	133	2,5	873	1,4
Terre agricole	7 385	31,7	3 932	38,6	7 243	33,2	2 942	55,9	21 502**	35,5
Pâturage	1 119	4,8	125	1,2	1 099	5,0	40	0,8	2 383	3,9
Terre en friche	580	2,5	120	1,2	155	0,7	100	1,9	955	1,6
Autres milieux	1 598	6,9	485	4,8	526	2,4	599	11,4	3 208	5,3
Superficie totale	**23 279**	**100,0**	**10 181**	**100,0**	**21 795**	**100,0**	**5 260**	**100,0**	**60 515**	**100,0**

Source : Benoît *et al.*, 1987.

* Les herbiers et les habitats d'eau libre du centre du lac ne sont pas cartographiés.

** 2265 ha de ces terres agricoles font partie de la plaine inondable (récurrence de deux ans).



Source : Tiré de Benoît *et al.*, 1988, d'un plan réalisé par Denis Jacques enr.

Figure 3 Végétation des terres humides du lac Saint-Pierre

canards barboteurs et autres espèces d'oiseaux associées aux milieux humides, pour la reproduction et l'alimentation des poissons et comme abri pour différents reptiles et amphibiens (Benoît *et al.*, 1987).

La prairie humide qui couvre près de 4800 ha (Jacques, 1986) est caractérisée par une couverture herbacée fermée, principalement de type graminoïde, avec très peu d'ouvertures remplies d'eau. La profondeur de cette dernière varie de 15 à 30 cm lors des crues pour s'établir au niveau du sol pendant la saison de croissance (Jacques *et al.*, 1982). C'est la catégorie de terre humide qui offre le moins de superficie, et c'est également celle la plus convoitée pour la villégiature, pour la culture et pour le pâturage (Jacques, 1986). Ce milieu joue un rôle capital au printemps, pour la production d'invertébrés et comme aires d'alimentation et de reproduction pour le poisson. Plus tard lorsque l'eau se retire, les canards barboteurs s'y reproduisent (Benoît *et al.*, 1987).

Les marais couvrent environ 8400 ha (Jacques, 1986) et sont constitués de terres humides à végétation herbacée inondées périodiquement. La hauteur de l'eau varie de 15 cm à 1 m et jusqu'à 2 m lors de la crue printanière. Les arbres et les arbustes lorsque présents ne doivent pas dépasser 25 p. 100 de la couverture (Jacques *et al.*, 1982). Ce type de milieu représente l'habitat du Rat musqué et des anoures, et il héberge une quantité d'invertébrés et de poissons juvéniles. Par conséquent, on y retrouve les prédateurs associés. De plus, les canards barboteurs l'utilisent pour l'élevage et comme halte migratoire (Benoît *et al.*, 1987).

L'herbier aquatique est le milieu humide où l'on aperçoit une dominance de végétation flottante ou à feuilles flottantes, et(ou) de végétation alguale ou submergée. Certaines plantes émergentes peuvent être présentes mais n'excèdent pas 25 p. 100 de la superficie (Jacques *et al.*, 1982). La superficie occupée par l'herbier aquatique est de 6217 ha (Jacques, 1986) et son utilisation par la faune se fait à plusieurs niveaux. Il sert de support à de nombreux invertébrés, les poissons s'y reproduisent, s'y alimentent et s'y abritent, et les canards y trouvent une ressource alimentaire non négligeable pendant la halte migratoire d'automne (Benoît *et al.*, 1987).

Selon une classification différente utilisée par Dryade (1980), les herbiers à dominance de plantes émergentes occupent 6155 ha de la ZIP, tandis que les herbiers

à dominance de plantes submergées représentent 4070 ha pour la même zone. Ces deux derniers types d'herbiers correspondent respectivement au marais et à l'herbier aquatique décrits par Jacques *et al.* (1982).

3.2 Tenure des terres et protection

La ZIP du lac Saint-Pierre montre une prédominance de terres privées. En effet, plus de 80 p. 100 de la superficie appartiennent à des particuliers. Cependant, une bonne partie des terres riveraines appartiennent à la Couronne (figure 4). Pour répondre aux différents mandats qui leur sont propres, plusieurs ministères et organismes possèdent et(ou) gèrent une partie de la superficie de la ZIP. Ces différentes affectations du sol peuvent à l'occasion générer des conflits. Ainsi, l'urbanisation gruge les terres agricoles et forestières, pendant que l'assèchement des marais à des fins agricoles prive la faune d'un milieu essentiel.

Par conséquent, pour l'ensemble du lac Saint-Pierre, plusieurs organismes visent la protection et l'aménagement des terres humides. Ainsi le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (MLCP), en vertu de ses programmes d'acquisition d'habitats et d'aménagement faunique et avec l'aide de ses nombreux partenaires, prévoit acquérir 2530 ha pour permettre la mise en valeur d'habitats fauniques. Outre le MLCP, les organismes impliqués incluent : a) les organismes membres de l'entente quinquennale pour l'acquisition et l'aménagement des habitats fauniques au Québec, dont Canards Illimités Canada, Habitats fauniques Canada, l'Office de planification et de développement du Québec (OPDQ), la Fondation de la faune du Québec et le Service canadien de la faune; b) les partenaires du Plan conjoint sur les habitats de l'Est (PCHE); et finalement c) les organismes non gouvernementaux à vocation faunique, dont la Fédération québécoise de la faune, la Fondation héritage faune, la Société de mise en valeur de la commune de Baie-du-Febvre, la Société d'ornithologie du centre du Québec, la Société d'aménagement récréatif pour la conservation de l'environnement du lac Saint-Pierre (SARCEL), la Société de conservation, d'interprétation et de recherche de Berthier et ses îles (SCIRBI) et l'Association des chasseurs et pêcheurs du comté de Maskinongé (ACPCM) (Lalumière *et al.*, 1988; Benoît *et al.*, 1988) (tableau 2).

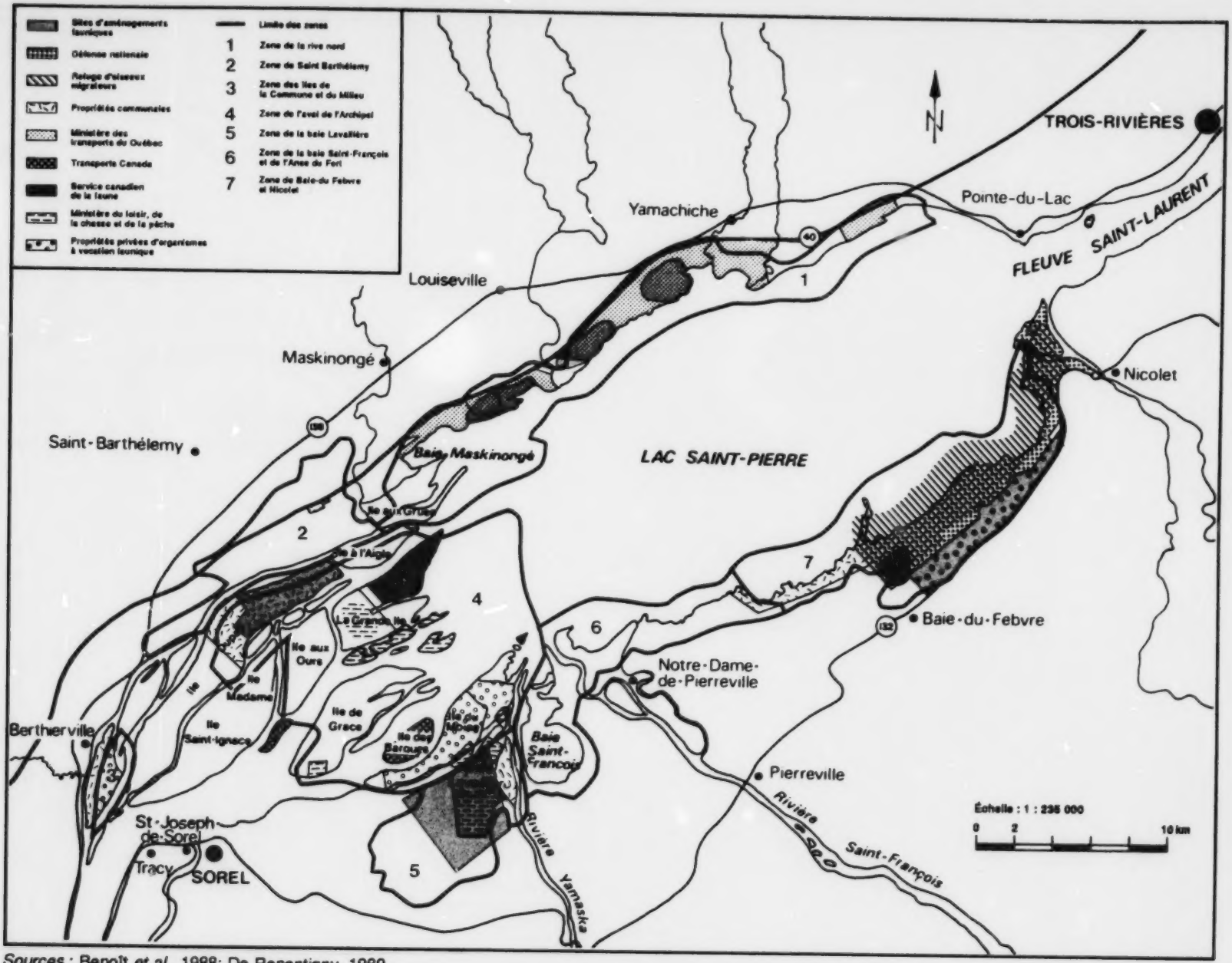
Tableau 2 Tenure des terres vouées à la protection et à l'aménagement faunique

Secteur	Superficie (ha)	Organisme concerné	Type d'aménagement	Tenure
Terrains situés au sud de la 40	288	CI, MLCP	Aménagement faunique	MTQ
Baie des Ouines	70	ACPCM, MLCP,CI	Projet d'aménagement faunique	MTQ
Ruisseau aux Glaises	145	CI, MLCP	Projet d'aménagement faunique	MTQ
Les autres terrains situés au sud de la 40		MLCP	Pour fin de conservation	MTQ
Saint-Barthélemy	395	PCHE, ACPCM, Fondation héritage faune	Projet d'aménagement faunique et agricole	MTQ et privée
Îles de la Commune et du Milieu	465	PCHE et SCIRBI	Aménagement faunique et agricole	Privée, communale
Est de l'île Dupas	810	CI	Aménagement faunique	Communale
Est de l'île du Moine	576	PCHE, SCCN	Conservation, protection et aménagement	Privée, communale
Îles des Barques et Ronde			Aide à la navigation	TC
Îles de la Girodeau et de la Pointe des Îlets			Pour fin de conservation	SCF
Îles aux Sables, aux Liards et Plate	200	PCHE	Conservation, protection et aménagement	MER et privée
Île Lacroix	20	MLCP	Protection	MLCP
Grande Île	135	MLCP	Conservation et protection	MLCP
Baie Lavallière	1 500	PCHE	Projet de consolidation	MLCP

Tableau 2 (suite)

Secteur	Superficie (ha)	Organisme concerné	Type d'aménagement	Tenure
Commune de Baie-du-Febvre	430	Fondation héritage faune, Société de mise en valeur de la commune, MLCP, CI et FFQ	Amélioration des habitats fauniques et protection	Communale
Baie-du-Febvre / Nicolet sud	700	PCHE et SARCEL	Aménagement faunique et agricole	SARCEL
Défense nationale	3 000		Zone d'essais balistiques Refuge d'oiseaux migrateurs	Défense nationale
Défense nationale	128 (parmi les 3000)	CI	Aménagement faunique	Défense nationale

CI : Canards Illimités Canada.
ACPCM : Association des chasseurs et des pêcheurs du comté de Maskinongé.
MLCP : ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche.
MTQ : ministère des Transports du Québec.
TC : Transports Canada.
SCIRBI : Société de conservation, d'interprétation et de recherche de Berthier et ses îles.
SCF : Service canadien de la faune.
SARCEL : Société d'aménagement récréatif pour la conservation de l'environnement du lac Saint-Pierre.
PCHE : Les partenaires du Plan conjoint des habitats de l'Est.
FFQ : Fondation de la faune du Québec.
SCCN : Société canadienne pour la conservation de la nature.
MER : ministère de l'Énergie et des Ressources.



Sources : Benoît *et al.*, 1988; De Repentigny, 1989.

Figure 4 Tenure des terres de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre

Le MLCP a défini des zones de conservation et de mise en valeur pour l'ensemble des milieux humides au lac Saint-Pierre. Ces zones comprennent la totalité des terrains situés à l'intérieur de la cote de récurrence de deux ans et les terres humides toujours submergées. Elles sont décrites, dans les paragraphes qui suivent en fonction de leurs tenures et de leur protection.

La zone de la rive nord qui s'étend de la rivière Maskinongé jusqu'à Pointe-du-Lac totalise 5500 ha. Le secteur au nord de l'autoroute 40 est à vocation agricole et de tenure privée, tandis que celui au sud a une vocation vouée à la faune et appartient au ministère des Transports du Québec qui en a délégué la gestion au MLCP. Canards Illimités Canada a aménagé avec le MLCP 288 ha d'habitats pour la sauvagine. De plus, le MLCP par son programme d'aménagement faunique prévoit aménager 70 ha à la baie des Ouines, sous la responsabilité de l'ACPCM, et 145 ha au ruisseau aux Glaises, avec la collaboration de Canards Illimités Canada.

La zone de Saint-Barthélemy, d'une superficie de 2500 ha, est constituée principalement de terres privées et couvre le territoire situé entre la rivière du Chicot et la rivière Maskinongé. Le MLCP mentionne dans sa programmation d'acquisition que les partenaires du PCHE projettent d'acquérir et d'aménager 395 ha pour la faune et l'agriculture selon le concept d'affectation mixte du territoire.

La zone des îles de la Commune et du Milieu a une superficie de 525 ha, dont 200 ha appartiennent à la commune de Berthierville. L'acquisition de 100 ha a été récemment effectuée par des intervenants gouvernementaux et privés à vocation faunique. Ce terrain serait géré par la SCIRBI. De plus, le MLCP souhaite que la SCIRBI gère l'ensemble de la zone et qu'un statut de refuge faunique soit accordé à ce territoire. La création d'une aire de repos pour la sauvagine est aussi envisagée sur une partie du territoire considéré.

La zone de l'aval de l'archipel couvre une superficie de 7100 ha et comprend plusieurs îles dont la tenure est variée. Ainsi, les communes se retrouvent dans les secteurs est des îles du Moine (485 ha) et Dupas (810 ha). Ces îles font l'objet d'aménagement faunique, et dans le cas de la dernière, il s'agit d'aménagement pour la sauvagine de Canards Illimités Canada (Lalumière *et al.*, 1988). Le ministère fédéral

des Transports a acquis pour des besoins de navigation les îles des Barques et Ronde. Le Service canadien de la faune d'Environnement Canada possède les îles de la Girodeau et de la Pointe des Îlets. Le ministère de l'Énergie et des Ressources est propriétaire de l'île aux Liards. Le MLCP est propriétaire en partie ou en totalité des îles suivantes : Lacroix, Plate, Grande Île, et de Grâce (L.-G. De Repentigny, SCF-Québec, comm. pers.; Benoît *et al.*, 1988). Les autres îles de cette zone appartiennent à des particuliers. Dans cette zone, le MLCP souhaiterait, à moyen terme, instaurer un ou plusieurs refuges fauniques afin d'en protéger, de façon particulière, les importants habitats fauniques.

La zone de la baie Lavallière située sur la rive sud, à la confluence de la rivière Yamaska et du fleuve Saint-Laurent, occupe 2600 ha. Le MLCP possède certains terrains, tandis que d'autres font l'objet d'une servitude, pour un total de 1500 ha. Parmi ceux-ci, une grande partie fait l'objet d'aménagements pour la sauvagine par Canards Illimités Canada et, dans certains cas, ces ouvrages nuisent à la libre circulation des poissons. Le MLCP préconise que cette zone soit vouée au développement et à l'expérimentation de techniques d'aménagements fauniques polyvalents qui pourraient profiter à l'ensemble des communautés qui fréquentent ces lieux (Benoît *et al.*, 1988). Il faut aussi mentionner que la commune de Yamaska partage son territoire avec la zone de la baie Lavallière et celle de la baie Saint-François.

La zone de la baie Saint-François et de l'anse du Fort englobe l'ensemble des terres humides de l'île de Rouche, de la rive est de la rivière Yamaska, de la baie Saint-François, des rives de la rivière Saint-François, du chenal Tardif, de l'anse du Fort et de la portion de la rive sud s'étendant de la pointe Lussaudière jusqu'à la commune de Baie-du-Febvre. Tous ces terrains sont privés et couvrent une superficie de 3700 ha (Benoît *et al.*, 1988).

Enfin la dernière zone, celle de Baie-du-Febvre—Nicolet, est située sur la rive sud entre la rivière Nicolet et la limite ouest de la commune de Baie-du-Febvre et couvre 6500 ha. Les trois types de tenures s'y retrouvent : privée, communale et publique. Les terrains privés sont limités au sud par la route 138, au nord-est par le site du ministère de la Défense nationale et à l'ouest par cette route et la commune. Il s'agit de

terres agricoles où l'on pratique l'endiguement sur certains secteurs. Dans le cadre du PCHE, il y a une entente qui prévoit 200 ha à vocation agricole et protection faunique qui assure jusqu'au 1er mai les conditions pour l'utilisation par la sauvagine et des aménagements compensatoires pour l'habitat du poisson. Il y a aussi 500 ha à vocation mixte (agricole et faunique) avec d'autres mesures de protection. De plus, les terres qui s'étendent de la rivière Brielle vers l'est sont maintenant la propriété de SARCEL. Cet organisme, avec les partenaires du PCHE (MLCP, Canards Illimités Canada et Habitat faunique Canada), a présenté un projet d'aménagements fauniques et agricoles qui vise la protection et l'aménagement de 215 ha pour la halte migratoire, de 185 ha pour l'habitat du poisson et la création de 100 ha de marais (Benoît *et al.*, 1989; Benoît *et al.*, 1988; MLCP *et al.*, 1989).

Le territoire communal de Baie-du-Febvre, d'une superficie de 430 ha, est une bande de terre en bordure du lac, située entre le site du ministère de la Défense nationale et la rivière Otis. L'agriculture y est marginale, et près de 330 ha sont loués par la Fondation héritage faune pour l'amélioration des habitats fauniques (MLCP *et al.*, 1988). Les partenaires impliqués sont nombreux. Il s'agit de Canards Illimités Canada, du MLCP et de la Société de mise en valeur de la commune. Cette dernière étant constitué des ONG suivantes: la Fondation héritage faune, la Fédération québécoise de la faune, SARCEL et la Société d'ornithologie du centre du Québec.

Les terrains de la Couronne sont constitués des terres qui bordent le lac entre l'embouchure de la rivière Nicolet et Longue-Pointe. Ces terres appartiennent au ministère de la Défense nationale et sont de tenure publique mais d'accès limité. Elles servent à des fins d'essais balistiques. Dans la partie ouest, Canards Illimités Canada a aménagé 128 ha pour la sauvagine. Le territoire public comprend aussi les marais et herbiers aquatiques adjacents au site du ministère de la Défense nationale et à la commune de Baie-du-Febvre. Toutefois, ces milieux font partie de la très grande zone d'essais balistiques qui s'étend aussi en eau libre, et leur accès est contrôlé. Pour les besoins de la protection de la faune et pour la sécurité des personnes, une zone d'une largeur de 1 km suivant la ligne des hautes eaux et s'étendant de Longue-Pointe à la

rivière Nicolet de même que le terrain du ministère de la Défense nationale ont été décrétés refuge d'oiseaux migrateurs (Benoît *et al.*, 1988).

3.3 Modifications physiques

De 1945 à 1984, la ZIP du lac Saint-Pierre a été touchée par quatre types de perturbations : le remblayage, l'assèchement de terres riveraines, le dragage et le dépôt du matériel dragué. Ce sont ces deux dernières modifications qui couvrent les plus grandes superficies, respectivement 2214 ha et 660 ha (tableau 3 et figure 5). Ces travaux sont effectués en eau libre pour le maintien de la voie maritime. De plus, Robitaille *et al.* (1988) indiquent qu'il est possible que le dragage de la voie maritime ait modifié le régime thermique du lac.

Tableau 3 ***Superficie (ha) des perturbations répertoriées par milieu touché dans la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre de 1945 à 1984***

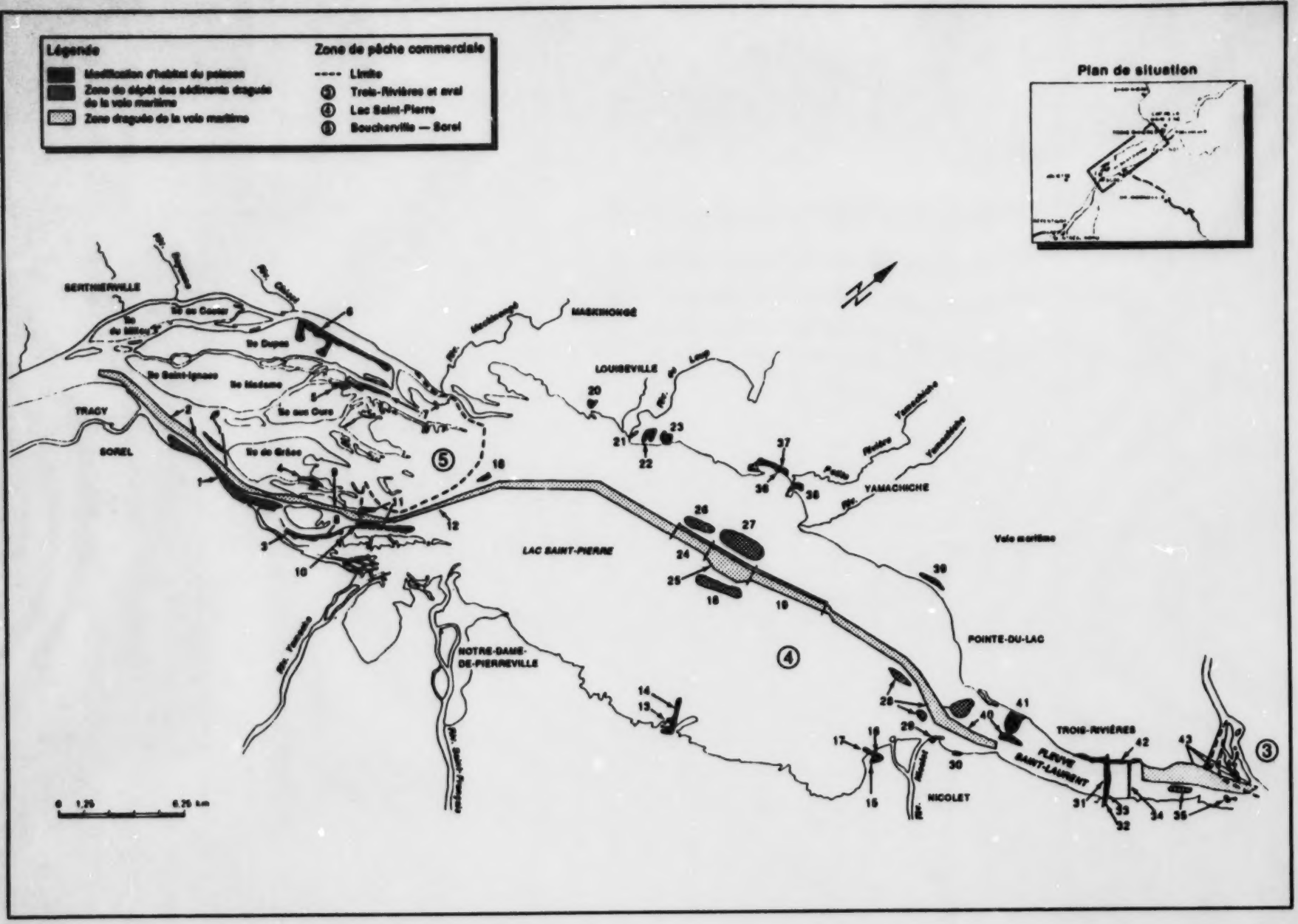
	Superficie affectée par milieu (ha)				
Modification	Arboraies et arbustaies humides	Eau profonde	Herbiers riverains	Herbiers immergés	Total
Remblayage	43	0	12	8	63
Assèchement	76	0	312	0	388
Dépôts de dragage	0	660	0	0	660
Dragage	4	2180	0	30	2214
Total	**123**	**2840**	**324**	**38**	**3325**

Sources : Estimation d'après Marquis *et al.*, 1990 et Robitaille *et al.*, 1988.

L'assèchement de terres riveraines couvre 388 ha, dont 312 ha sont constitués d'herbiers riverains. Ce type de modification est dû à l'agriculture qui cherche à reprendre, après la crue printanière, les terres riches de la plaine de débordement. Autrefois, les ouvrages requis perturbaient la reproduction de plusieurs espèces de poissons en limitant les accès aux frayères et en nuisant aux invertébrés. De plus, ces terres sont très importantes pour la halte migratoire printanière de la sauvagine. Mais dans l'avenir, on espère appliquer sur la totalité de ces terres agricoles (2265 ha) une gestion intégrée à vocation agro-faunique qui permette à la faune de profiter de ces terres agricoles inondées au printemps. À ce jour, seulement deux projets expérimentaux ont été réalisés : 160 ha à Louiseville et 57 ha à Baie-du-Febvre. Dans les deux cas, il s'agit des projets du MAPAQ qui consistent en l'assèchement de la plaine inondable pour l'agriculture grâce à l'érection d'endiguements. La gestion actuelle des eaux permet le maintien de l'habitat de halte migratoire de la sauvagine, alors que 160 ha d'habitat du poisson sont potentiellement réduits. Toutefois dans ces deux cas, la perte d'habitats du poisson est très faible, car il existait déjà une perte due, par exemple, à l'autoroute 40 qui constitue une frontière pour les poissons (J.C. Bourgeois, MLCP, région Mauricie - Bois Francs, comm. pers.). Cette information de dernière heure n'est pas comptabilisée au tableau 3 et n'est pas représentée à la figure 5. Le remblayage est limité à 63 ha, dont la majorité se trouve dans l'arboraie et l'arbustaie humides.

L'impact sur l'habitat des essais balistiques du ministère de la Défense nationale effectués dans la partie sud-est du lac n'a pas été évalué. Aucune information n'est disponible sur ce sujet controversé.

De façon globale et en raison de sa richesse en terres humides (20 p. 100 des milieux humides du fleuve Saint-Laurent), le lac Saint-Pierre n'a pas subi de perturbations physiques avec autant de sévérité que les autres secteurs du fleuve (Robitaille *et al.*, 1988), malgré le fait que les stocks de poisson semblent démontrer certains indices de dérangement. Toutefois, l'intégrité de ces milieux n'est pas pour autant assurée, et il faut porter une attention toute particulière à leur protection. Enfin, il faut mentionner que des projets sont à l'étude pour réaliser des aménagements pour la sauvagine à partir de matériaux de dragage dans le lac Saint-Pierre (Bélanger *et al.*,


Légende
Modification d'habitat du poisson
Zone de dépôt des sédiments dragués de la voie maritime
Zone draguée de la voie maritime
Zone de pêche commerciale
Limite
③ Trois-Rivières et aval
④ Lac Saint-Pierre
⑤ Boucherville — Sorel
Plan de situation
BERTHIERVILLE
MASKINONGÉ
LOUISEVILLE
TRACY
SOREL
YAMACHICHE
LAC SAINT-PIERRE
Voie maritime
POINTE-DU-LAC
NOTRE-DAME-DE-PIERREVILLE
TROIS-RIVIÈRES
FLEUVE SAINT-LAURENT
NICOLET
0 1,25 2,5 km

Numéro séquentiel	Habitat initial	Type de perturbation	Numéro séquentiel	Habitat initial	Type de perturbation
1	Eau profonde	Dépôt de matériel dragué	25	Eau profonde	Dragage
2	Eau profonde	Dragage	26	Eau profonde	Dépôt de matériel dragué
3	Herbier riverain	Assèchement	27	Eau profonde	Dépôt de matériel dragué
4	Arbor. ou arbust. humide	Remblayage	28	Eau profonde	Dépôt de matériel dragué
5	Herbier riverain	Assèchement	29	Arbor. ou arbust. humide	Assèchement
6	Herbier riverain	Assèchement	30	Arbor. ou arbust. humide	Assèchement
7	Herbier riverain	Assèchement	31	Eau profonde	Modif. de l'écoulement
8	Herbier riverain	Assèchement	31	Herbier riverain	Modif. de l'écoulement
9	Eau profonde	Dragage	31	Eau profonde	Remblayage
10	Eau profonde	Dépôt de matériel dragué	31	Herbier riverain	Remblayage
11	Eau profonde	Dépôt de matériel dragué	32	Arbor. ou arbust. humide	Remblayage
12	Eau profonde	Dragage	33	Herbier immergé	Remblayage
13	Herbier riverain	Remblayage	34	Herbier riverain	Modif. de l'écoulement
14	Herbier immergé	Dragage	34	Herbier riverain	Remblayage
15	Arbor. ou arbust. humide	Assèchement	35	Eau profonde	Dépôt de matériel dragué
16	Arbor. ou arbust. humide	Remblayage	36	Herbier riverain	Assèchement
17	Herbier immergé	Remblayage	37	Herbier riverain	Assèchement
18	Eau profonde	Dépôt de matériel dragué	38	Arbor. ou arbust. humide	Assèchement
19	Eau profonde	Dragage	39	Arbor. ou arbust.	Remblayage
20	Arbor. ou arbust. humide	Remblayage	40	Eau profonde	Dragage
21	Arbor. ou arbust. humide	Dragage	41	Eau profonde	Modif. de l'écoulement
22	Arbor. ou arbust. humide	Assèchement	41	Eau profonde	Remblayage
23	Arbor. ou arbust. humide	Assèchement	42	Herbier riverain	Assèchement
24	Eau profonde	Dragage	43	Eau profonde	Dragage

Sources : Robitaille *et al.*, 1988 et Marquis *et al.*, 1990.

Figure 5 Modifications physiques des habitats répertoriés dans la zone prioritaire du lac Saint-Pierre de 1945 à 1984

1989). Il s'agit d'une collaboration entre le Centre Saint-Laurent (CSL) d'Environnement Canada et les intervenants suivants : la Garde côtière, les Ports de Sorel et de Trois-Rivières, le Service canadien de la faune et le MLCP, région Mauricie - Bois Francs.

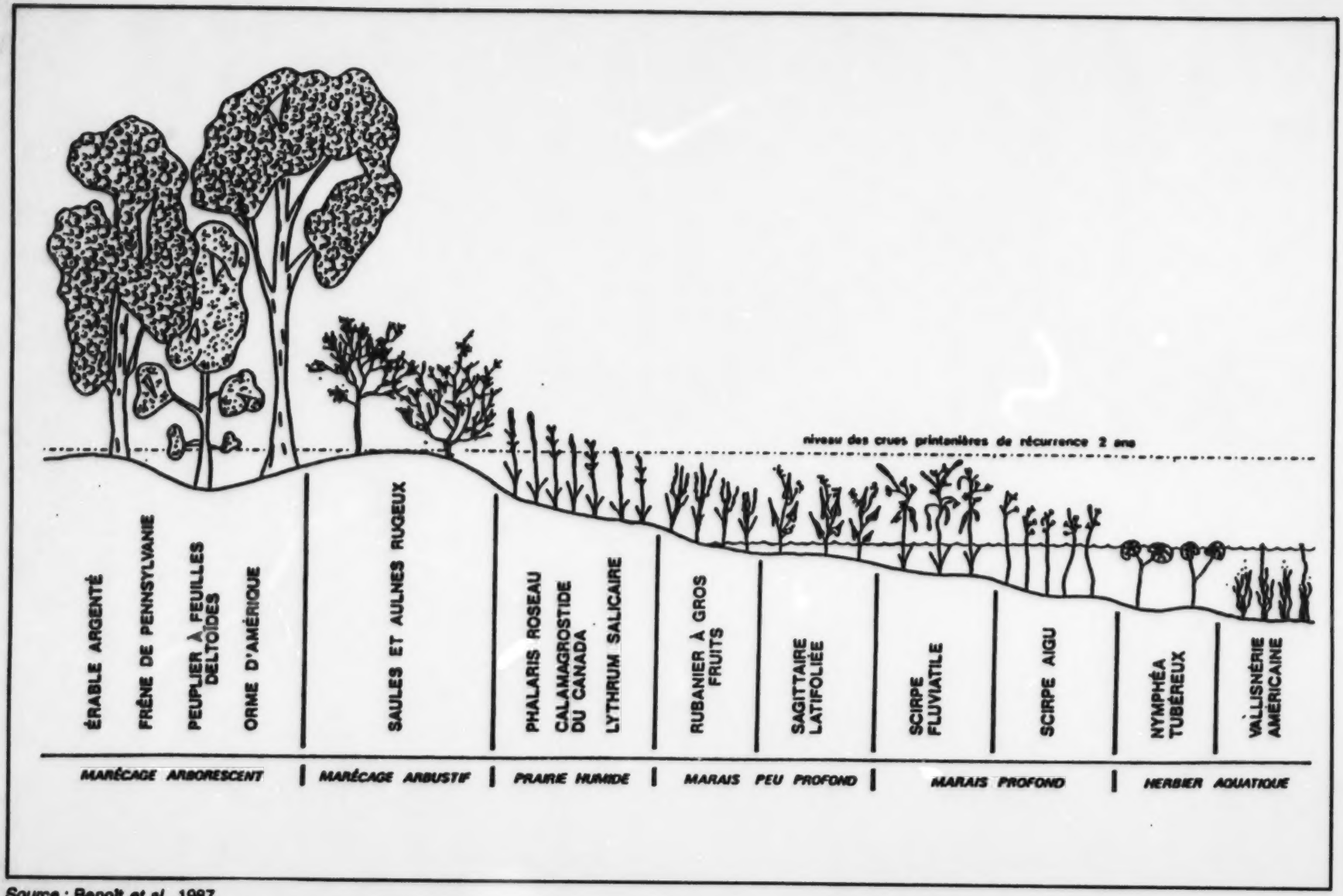
4 VÉGÉTATION AQUATIQUE ET RIVERAINE

La végétation terrestre et aquatique du lac Saint-Pierre a été étudiée par de nombreux auteurs : Jacques, 1986 (terres humides de tout le lac, sauf pour une grande partie des macrophytes submergés); Tessier *et al.*, 1984 (productivité d'une communauté riveraine de macrophytes); Gratton, 1983 (classification des terres humides de la rive sud, secteur de Baie-du-Febvre); Pilon *et al.*, 1981 (îles de Berthier-Sorel); Tessier *et al.*, 1981 (végétation riveraine de l'archipel des Cent-Îles); Tessier et Caron, 1981 (végétation de la rive nord du lac); Dryade, 1980 (habitats propices aux oiseaux migrateurs); Gravel et Lévesque, 1977 (substances toxiques dans les macrophytes); Béland et Demers, 1977 (cartographie des zones d'herbiers du fleuve); Gauthier, 1980 (limites biologiques du Saint-Laurent); Provencher *et al.*, 1976 (biomasse macrophytique); Lesauteur *et al.*, 1971 (végétation des îles de Sorel); Lamoureux, 1971 (groupements ripariens).

La végétation constitue un des éléments biologiques les plus importants de l'écosystème du lac Saint-Pierre. La région du lac Saint-Pierre appartient à la section alluviale de Marie-Victorin et correspond à la section lentique laurentienne, sous-section bioclimatique B de Gauthier (1980).

4.1 Groupements végétaux

Les basses terres en amont de Trois-Rivières appartiennent au domaine climacique de l'érablière à caryers qui occupe la plaine argileuse riveraine du fleuve Saint-Laurent ainsi que les îles de Berthier-Sorel jusqu'au lac Saint-Pierre. Des parcelles de cette érablière sont disséminées dans la plaine argileuse riveraine. La figure 6 indique la succession des principaux groupements végétaux des milieux humides, et l'annexe 1 présente une description des principaux groupements végétaux, les superficies couvertes ainsi que les zones où on les retrouve de façon notable. Les quatre espèces dominantes en terme de superficie représentent quatre grandes classes de terres humides (Jacques, 1986) et sont typiques de la végétation des terres humides du système fluvial du Saint-Laurent (Jacques et Hamel, 1982).



Source : Benoit *et al.*, 1987.

Figure 6 ***Succession des principaux groupements végétaux caractéristiques des milieux humides du lac Saint-Pierre***

En partant de l'eau libre vers la terre, il s'agit du Scirpe aigu (*Scirpus acutus*, marais profond), du Scirpe fluviatile (*Scirpus fluviatilis*, marais peu profond), du Phalaris roseau (*Phalaris arundinacea*, prairie humide) et de l'Érable argenté (*Acer saccharinum*, marécage arboré). Ces milieux humides sont situés dans leur ordre d'apparition à partir de l'eau libre vers l'intérieur des terres. Seuls les groupements les plus importants au point de vue de la superficie occupée ont été inclus dans cette liste. Plusieurs groupements additionnels ont été décrits par l'auteur ainsi que par Gratton (1983), Pilon *et al.* (1981) et Tessier *et al.* (1981).

Les herbiers aquatiques n'ont pas fait l'objet d'une étude complète au lac Saint-Pierre. Moins de 24 p. 100 des plantes dominantes ont été idendifiées. En dépit de cela, l'herbier aquatique dénombré forme une proportion importante de la végétation et couvre une vaste étendue du lac. La Vallisnérie américaine (*Vallisneria americana*) constitue l'espèce dominante (Tessier *et al.*, 1981). Cette espèce, particulièrement bien adaptée aux eaux à bon courant, peut croître jusqu'à des profondeurs de cinq et même sept mètres. Elle est accompagnée en dominance par des espèces beaucoup plus tolérantes qu'elle aux fortes concentrations de phosphates (Hétéranthère litigieuse [*Heteranthera dubia*], Élodée du Canada [*Elodea canadensis*], Myriophylle à épi [*Myriophyllum spicatum*]). La progression vertigineuse qu'a connue le Myriophylle à épi dans son envahissement des eaux du Québec laisse présager que son importance peut avoir augmenté au cours des dernières années.

Les conditions de dépôts fins favorisés par les faibles courants entraînent le développement des grands marais dans les îles de Berthier-Sorel et sur les rives du lac Saint-Pierre (Dryade, 1980; Pilon *et al.*, 1981). Les marais représentent 13,8 p. 100 de la superficie totale cartographiée par Jacques (1986), soit plus de 30 p. 100 des terres humides. Les marais ceinturant les herbiers aquatiques vers l'intérieur des terres sont formés par une dominance des scirpes dans les marais profonds, succédés par des sagittaires. Les marais peu profonds suivent avec les scirpes, les rubanniers à gros fruits (*Sparganium eurycarpum*) et les quenouilles.

Les rives du lac possèdent une végétation de prairie humide et de marécage fortement liée aux inondations printanières. De vastes prairies à *Phalaris arundinacea*,

à *Calamagrostis canadensis* (Calamagrostide du Canada) et à *Spartina pectinata* (Spartine pectinée) ceinturent les marais et sont typiques de la zone riveraine de l'ensemble du système fluvial. Le marécage, entourant la prairie et formant de vastes étendues dans les îles, est dominé par les saules (*Salix petiolaris* et *Salix nigra*) ainsi que par l'Aulne rugueux (*Alnus rugosa*).

Le marécage arboré est formé par l'érablière argentée qui constitue le marécage caractéristique de la plaine inondable du fleuve. Celle-ci subit des réductions de superficie par l'intervention humaine au lac Saint-Pierre mais constitue un des seuls endroits où cette biocénose est en bonne condition (Benoît *et al.*, 1987). Dans les lieux ayant subi une coupe, l'érablière argentée est remplacée par le Frêne rouge (*Fraxinus pennsylvanica*), et dans les zones où le drainage est meilleur (rive sud), par l'Érable rouge (*Acer rubrum*).

4.2 Plantes menacées ou vulnérables

Dans l'état actuel des connaissances, qui reposent principalement sur les données historiques et récentes conservées dans les herbiers et au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (MENVIQ), vingt-sept espèces de plantes considérées comme susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables par Lavoie (1991) sont présentes dans les milieux humides du lac Saint-Pierre. Deux de ces espèces, soit l'*Echinochloa walteri* et le *Cyperus lupulinus* ssp. *lupulinus* ne sont connues actuellement que dans cette région au Québec. Six espèces sont considérées comme rares dans toutes les provinces du Canada selon Argus et Pryer (1990), et seize sont jugées comme devant être protégées en priorité le long du fleuve Saint-Laurent (Gratton et Dubreuil, 1990) (tableau 4).

Le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) a attribué à cinq de ces espèces la priorité S_1, c'est-à-dire qu'on les retrouve présentement dans moins de six localités au Québec. Il s'agit de *Cyperus lupulinus* ssp. *lupulinus*, *Echinochloa walteri*, *Juncus greenei*, *Peltandra virginica* ssp. *virginica* et *Potamogeton pusillus* var. *gemmiparus*. Les vingt-deux autres espèces sont classées au

Tableau 4 Plantes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables présentes dans les milieux humides de la zone d'intéret prioritaire du lac Saint-Pierre

Nom scientifique	Nom français (si connu)	Rang de priorité* (CDPNQ)	Rare au Canada (Argus et Pryer, 1990)	Plantes prioritaires Saint-Laurent (Gratton et Dubreuil, 1990)	Dernière récolte
Armoracia lacustris	Armoracia aquatique	S_2		X	avant 1965
Arisaema dracontium	Ariséma dragon	S_2	X	X	avant 1965
Bidens discoidea	Bident discoïde	S_2		X	1966
Carex alopecoidea		S_2			avant 1965
Cinna arundinacea	Cinna roseau	S_2		X	avant 1965
Cyperus lupulinus ssp. *macilentus*		S_2			avant 1965
Cyperus lupulinus ssp. *lupulinus*		S_1			avant 1965
Celtis occidentalis	Micocoulier	S_2			avant 1965
Echinochloa walteri	Echinochloa de Walter	S_1	X	X	avant 1965
Eragrostis hypnoides		S_2			1988
Gratiola aurea	Gratiole dorée	S_2		X	avant 1965
Juncus greenei	Jonc de Greene	S_1		X	avant 1965
Lysimachia hybrida		S_2			avant 1965
Peltandra virginica ssp. *virginica*	Peltandre de Virginie	S_1	X	X	avant 1965
Platanthera flava		S_2			avant 1965
Polygonum hydropiperoides var. *hydropiperoides*		S_2			avant 1965
Potamogeton pusillus var. *gemmiparus*	Potamot gemmipare	S_1	X	X	avant 1965
Potamogeton illinoensis		S_2			avant 1965
Ranunculus flabellaris		S_2			1966
Ranunculus longirostris	Renoncule à long bec	S_2		X	avant 1965
Scirpus Torreyi	Scirpe de Torrey	S_2		X	1991
Scirpus heterochaetus	Scirpe à soies inégales	S_2	X	X	1991
Selaginella apoda	Selaginelle apode	S_2		X	avant 1965
Spiranthes lucida		S_2			avant 1965
Strophostyles helvula	Strophostyle ochracé	S_2	X	X	1970
Sparganium androcladum	Rubanier rameux	S_2		X	avant 1965
Veronica catenata	Véronique chevelue	S_2		X	avant 1965

Source : Lavoie, 1991.

* Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec.
S_1 : Cinq localités ou moins connues au Québec.
S_2 : Six à vingt localités connues au Québec.

niveau de priorité S_2, ce qui signifie qu'on les retrouve dans six à 20 localités au Québec.

Tous sont des taxons méridionaux qui atteignent au Québec la limite nord de leur aire de répartition. Cette limite se situe au lac Saint-Pierre pour un certain nombre d'entre eux : *Arisaema dracontium, Armoracia lacustris, Cyperus lupulinus, Echinochloa walteri, Eragrostis hypnoides, Gratiola aurea, Peltandra virginica* spp. *virginica, Ranunculus flabellaris et Veronica catenata.*

La communauté à Scirpe à soies inégales du lac Saint-Pierre constitue une communauté végétale rare, c'est-à-dire une commmunauté dominée ou co-dominée par une espèce rare (Gratton et Dubreuil, 1990).

4.3 Biomasse et bioaccumulation

Les biomasses ont été mesurées par Tessier *et al.*, en 1981. Les biomasses mesurées pour le Phalaris roseau (1096 g/m^2) et le Calamagrostide du Canada (528 g/m^2) sont nettement supérieures aux valeurs trouvées dans la littérature (566 g/m^2 et 48 g/m^2 respectivement) (Reader et Stewart, 1972; Whigham et Simpson, 1975). Les biomasses des autres espèces mesurées (Rubanniers à gros fruits, 508 g/m^2, Scirpe fluviatile, 436 g/m^2, Scirpe aigu, 284 g/m^2, Vallisnérie américaine, 138 g/m^2) sont comparables à celles rapportées dans la littérature.

Les biomasses moyennes (tableau 5) mesurées par Béland *et al.* (1977), pour la végétation aquatique sont environ trois fois plus élevées que la valeur de la Vallisnérie américaine mesurée par Tessier *et al.*, (1981) et deux fois plus élevées que celles de la littérature (219 g/m^2, dans Lacoursière *et al.*, 1976). Il est cependant difficile de conclure sur l'importance de la biomasse de la flore aquatique au lac Saint-Pierre à cause de données insuffisantes sur sa composition spécifique. Nous n'avons pas pu trouver de critères de qualité relatifs aux macrophytes. Par contre, les biomasses observées pour la végétation de prairie humide et la végétation aquatique sont élevées par rapport à celles rapportées dans la littérature. Cette biomasse élevée nous permet de présumer que les éléments nutritifs doivent être présents en grande quantité dans les sédiments du lac Saint-Pierre.

Tableau 5 Concentrations moyennes de contaminants et biomasse des plantes aquatiques en 1976

Paramètres (mg/kg)	ZIP	Nord	Sud	Delta	Lac
Pb	7,5*	(10,3)*	4,4	9,2*	3,8
Ni	8,8*	2,5*	(15,8)	6,9*	13,0
Cu	33,6*	(39,1)*	27,5	33,9*	32,9
Zn	210,0	153,2	(273,1)	212,2	205,3
Cr	22,9	22,7	23,1	22,6	(23,5)
Co	9,3	7,7	11,1	6,0	(16,5)
Cd	3,4*+	3,2*	3,5*	2,9*	(4,4)*
Ag	4,5	1,6	(7,8)	5,2	3,2
Sr	105,6	98,0	(113,0)	103,5	110,1
V	11,4	8,3	(14,9)	11,9	10,3
Be	0,7	0,73	0,57	0,69	0,57
Ti	151,8	141,6	(163,1)	150,4	154,8
Mn	4205,0	3750,0	4710,0	3384,0	(5982)
Ba	44,4	39,0	50,0	41,4	(50,8)
Biomasse (g/m^2)	402,9	(566,9)	370,9	436,3	509,5

Source : Modifié de Béland *et al.*, 1977.

( ) : moyenne la plus forte. + : dépasse les normes actuelles. * : valeurs maximales dépassent normes actuelles. Les normes utilisées sont les critères de qualité pour les sédiments.

La teneur des plantes aquatiques en substances toxiques a été étudiée dans le cadre du Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (Béland et Demers, 1977). Le tableau 5 montre des concentrations moyennes de plomb, cuivre et béryllium plus fortes dans la partie nord, et des concentrations de nickel, zinc, argent, strontium, vanadium et titane plus élevées dans la partie sud. Les écarts types sont cependant très élevés dans ces données (Béland *et al.*, 1977).

5 PLANCTON

On peut diviser les organismes planctoniques d'eau libre en deux niveaux trophiques principaux : les producteurs primaires (le phytoplancton) et les producteurs secondaires (le zooplancton). Les organismes planctoniques ont en général une reproduction optimale en eau calme et ne sont pas favorisés dans un milieu à courant fort ou agité, par opposition par exemple aux organismes benthiques et périphytiques. Le lac Saint-Pierre présente de nombreuses zones d'herbiers, qui en réduisant la vitesse du courant et en étant riches en éléments nutritifs peuvent créer des milieux susceptibles de permettre la reproduction de ces organismes.

5.1 Phytoplancton

Il existe peu d'études sur les communautés de phytoplancton du lac Saint-Pierre. Des échantillonnages ont été effectués à quelques stations dans le cadre du Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (Provencher, 1977; Provencher *et al.*, 1976; Eco-Recherche, 1974). Les paramètres étudiés dans le cadre de ces travaux incluent la biomasse phytoplanctonique mesurée par la chlorophylle *a*, la biomasse phytoplanctonique évaluée à l'aide de la technique des biovolumes, la diversité de Shannon-Weiner, la composition spécifique, le potentiel de fertilité, le facteur limitant la croissance et l'indice d'inhibition de la production *in situ*. Ces données présentent un certain intérêt historique, bien que les méthodes utilisées soient aujourd'hui périmées.

C'est notamment le cas pour l'estimation de la chlorophylle *a* par extraction à l'acétone, qui comprenait un biais dû à l'analyse simultanée des phaeophytines (produits de dégradation de la chlorophylle). Il faut donc utiliser ces données sous toute réserve, en considérant par exemple qu'elles représentent des concentrations maximales à chaque échantillonnage (puisque la chlorophylle *a* calculée comporte une certaine quantité de phaeopigments). L'intérêt historique de ces données provient du fait que la concentration des éléments nutritifs dans le fleuve a changé depuis les années 1970, notamment avec la diminution des teneurs en phosphates des détersifs.

Une reclassification de l'état trophique du lac a été effectuée à partir des données de Provencher (1977) (figure 7) à l'aide des classes de Wetzel (1975).

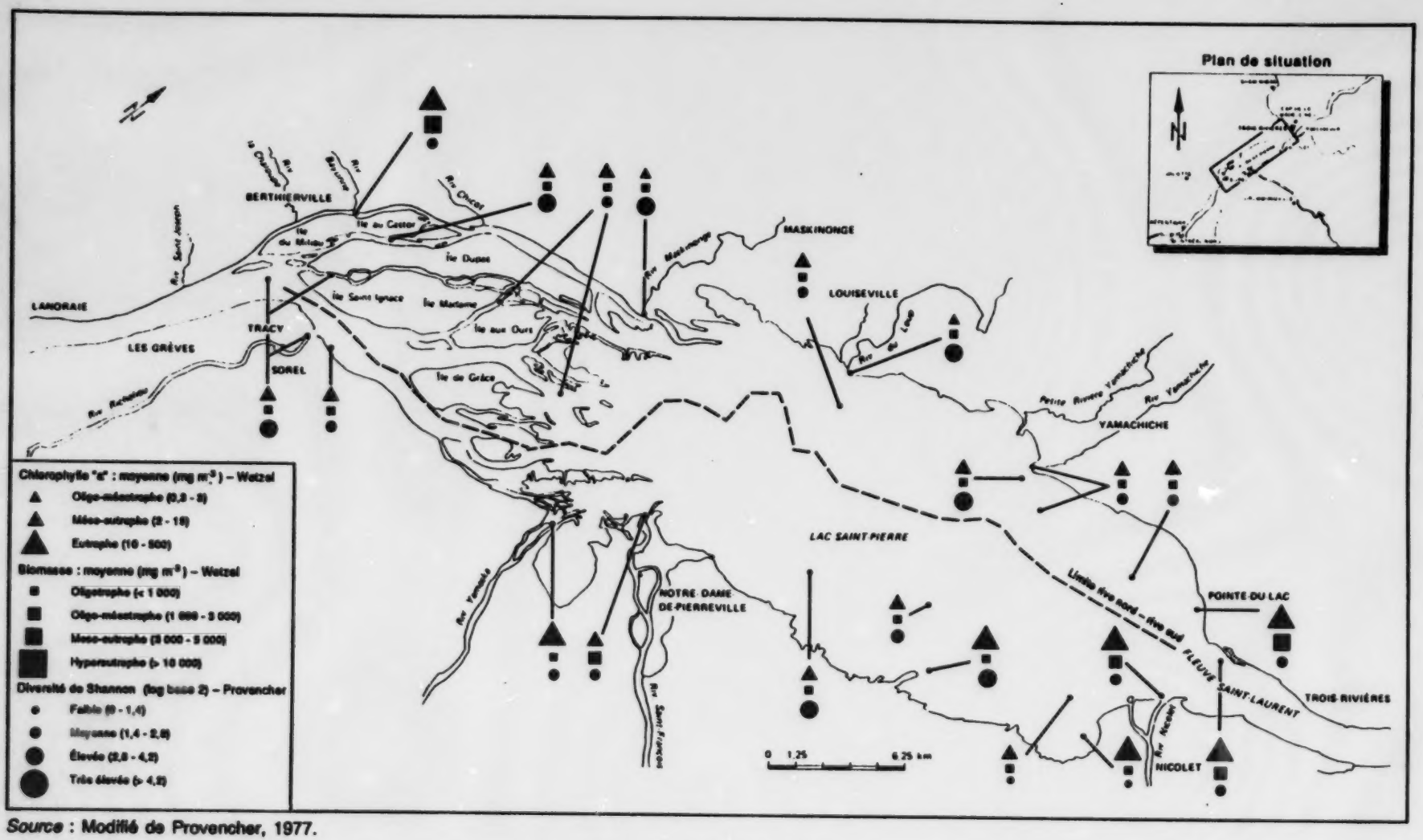
La biomasse moyenne telle qu'estimée par la chlorophylle *a* est relativement élevée sur la rive nord comme sur la rive sud (tableau 6). En moyenne, les stations du lac peuvent être classifiées comme étant méso-eutrophes. La distribution spatiale des concentrations moyennes de chlorophylle *a* permet de voir que l'ensemble des stations du lac et du Delta peut être considéré comme étant méso-eutrophe (classification de Wetzel, 1975). Les seules exceptions se produisent dans les stations relativement près de la rive, du côté est du lac, qui montrent une tendance à l'eutrophisation. Certains tributaires, dont les rivières Yamaska et Bayonne, peuvent être considérés comme étant eutrophes, et les autres tributaires, méso-eutrophes (Yamachiche, Saint-François, Saint-Jean, Nicolet) ou oligo-mésotrophes (Maskinongé, du Loup).

Tableau 6 ***Comparaison de la biomasse moyenne (chlorophylle a et biovolume) et diversité de Shannon du phytoplancton entre les rives nord et sud du lac Saint-Pierre***

	Rive nord	Rive sud
Biomasse (chlorophylle *a*, en mg/m^3)	10,38 σ : 11,22 *V* : 108,0	9,6 σ : 9,65 *V* : 100,5
Biomasse (biovolume, en mg/m^3)	860 σ : 995 *V* : 115,7	478 σ : 480 *V* : 100,4
Diversité (Shannon)	2,70 σ : 1,15 *V* : 42,6	2,39 σ : 1,09 *V* : 45,9

Source : Provencher, 1977.

σ : écart type.
V : coefficient de variation.



Source : Modifié de Provencher, 1977.

Figure 7 ***Concentration de chlorophylle a, biomasse et diversité du phytoplancton de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre***

Les biomasses exprimées en biovolume converti en poids sont par contre relativement faibles (classification de Wetzel, 1975). Seule la rivière Bayonne et la station près de Pointe-du-Lac peuvent être considérées comme méso-eutrophes.

De surcroît, si les classes de Wetzel établies pour la biomasse en milligrammes de carbone par mètre cube (mg/m^3 C) sont converties en milligrammes de matière organique (un facteur de 10 est généralement admis), les moyennes des biomasses sont inférieures à 100 mg/m^3 C dans les cas de la rive sud et de la rive nord. Ces résultats sont typiques des milieux mésotrophes ou oligo-mésotrophes.

La diversité générique (figure 7) peut être considérée comme moyenne pour l'ensemble du lac selon la classification de Provencher (1977). Encore une fois, la diversité est faible à l'extrémité est du lac. Il y a une plus grande diversité dans les zones les plus proches des berges de la rive nord et dans les grands herbiers de la rive sud. Il est cependant difficile d'interpréter ces résultats qui sont basés sur deux dénombrements seulement dans la plupart des cas, un en juin et un en août. Les identifications ont été effectuées au genre seulement, ce qui rend difficile l'interprétation de la signification de l'indice de diversité et de la composition. Bien que la plupart des genres retrouvés dans les deux dénombrements (annexe 2) ont des espèces typiques de milieux eutrophes, de nombreuses espèces des mêmes genres sont également typiques de milieux oligotrophes. Cependant la présence de genres comme *Oscillatoria* chez les cyanophytes, ainsi que *Nitzchia* et *Navicula* chez les diatomées permet de conclure que les communautés sont plus typiques de milieux eutrophes qu'oligotrophes.

Le centre du lac Saint-Pierre est plutôt comme une rivière où un fort débit et un courant rapide empêchent la reproduction optimale du phytoplancton. Le lac ne commence à avoir des conditions lacustres que près des herbiers ainsi que dans sa partie est, et ces conditions sont dues à l'accumulation des substances nutritives provenant des tributaires ou au ralentissement du courant et aux herbiers aquatiques. Des facteurs physiques comme une tempête peuvent profondément affecter des milieux de ce type, rendant le milieu très peu propice au phytoplancton.

La grille des critères de qualité pour le phytoplancton comporte plusieurs paramètres afin d'évaluer l'état trophique des ZIP. Les catégories tirées de Wetzel

(1975) (modifié de Likens, 1975) permettent de déterminer le degré d'eutrophisation à partir de la densité phytoplanctonique (cm^3/m^3) et de la chlorophylle *a* (mg/m^3). Malheureusement, les paramètres les plus probants ou les plus actuels qui permettraient de classifier le lac de façon plus sûre, telle la production primaire (par la technique d'estimation au carbone 14 par exemple), n'ont jamais été mesurés. L'ensemble du lac a une tendance vers la méso-eutrophie, selon les critères de la chlorophylle *a*, et vers l'oligo-mésotrophie, selon le critère de la biomasse, par la technique des biovolumes, et possède une diversité moyenne à élevée. La partie est, particulièrement près des berges, peut être caractérisée comme étant franchement eutrophe sur la base de la chlorophylle *a*.

Cependant, comme il a été dit plus haut, il peut y avoir eu surestimation de la chlorophylle *a* parce qu'on n'a pas tenu compte des phaeophytines. Un milieu de rivière, en particulier le chenal maritime, peut contenir beaucoup de chlorophylle *a* à l'état décomposé, ce milieu ne constituant pas l'environnement optimal de croissance du phytoplancton. De plus, en herbier dans des conditions de luminosité réduite, les algues ont tendance à synthétiser plus de chlorophylle *a* ce qui fausse les estimations de biomasse et conduit à une surestimation de l'eutrophisation.

La composition spécifique peut également servir à déterminer le degré d'eutrophisation d'un plan d'eau. Certaines espèces sont effectivement indicatrices de l'état trophique par leur présence ou encore par leur abondance. Malheureusement, cette composition n'a jamais été mesurée. La composition générique a toutefois permis de déterminer que la partie est du lac est eutrophe.

5.2 Zooplancton

On retrouve le zooplancton dans deux types de milieux : la plaine d'inondation et l'eau libre. Le zooplancton de la plaine d'inondation peut être particulièrement important dans les milieux comme le lac Saint-Pierre à cause de l'importance de la plaine de débordement.

5.2.1 Zooplancton de la plaine d'inondation. - Les organismes zooplanctoniques de la plaine de débordement fournissent la ressource alimentaire principale des petits poissons ainsi que des alevins des espèces se reproduisant dans cette zone (Grand Brochet, Perchaude, Grand Corégone, Chatte de l'est, Queue à tache noire, entre autres), d'où son importance pour la pérennité des populations ichtyennes.

Les paramètres étudiés par les travaux effectués à ce jour sont la composition spécifique, la biomasse, l'indice de diversité de Shannon ainsi que la richesse (Margalef, 1958).

Le zooplancton a été échantillonné dans divers habitats de la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre (Bendwell et Associés, 1985; Soléco, 1983; Savignac, 1983; Savignac, 1982). La plaine de débordement constitue un habitat privilégié pour les organismes zooplanctoniques. Ce milieu offre des conditions de courant calme indispensables à la reproduction et à l'alimentation de ces communautés. Plusieurs organismes zooplanctoniques sont bien adaptés à la plaine d'inondation. Effectivement, les organismes doivent faire face à des conditions d'assèchement plus ou moins important selon les milieux et les conditions annuelles (durée de la mise en eau, période des crues, conditions climatiques, température). En général, les organismes qu'on y trouve y effectuent leur développement complet. Ils doivent donc avoir des cycles courts et pouvoir s'adapter à des conditions diverses comme la formation d'oeufs résistants à la sécheresse (rotifères, ostracodes, mollusques, cladocères, insectes) et l'enkystement (copépodes immatures). La plupart des organismes importants dans la plaine d'inondation y effectuent leur cycle au complet; seuls certains Gammaridés et Azellidés migrent du lac (MLCP, 1984).

Une comparaison de la biomasse humide (mg/m^3) entre le fleuve et la plaine inondée (Bendwell, 1985) (tableau 7) permet de voir l'importance de cette dernière pour les organismes zooplanctoniques. Elle supporte jusqu'à 200 fois plus de biomasse que le fleuve. Il est cependant probable qu'à partir de la mi-juin, les zones à végétation submergée du fleuve permettent le développement d'une faune riche et diversifiée avec la décrue, lorsque les conditions y deviennent plus favorables, comme le ralentissement du courant, par exemple.

Tableau 7 Zooplancton de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre (moyennes des données du printemps, avril-juin)

	Biomasse humide (mg/m^3)	*n*	Diversité (famille)	Richesse (famille)	Taxons dominants en biomasse
1983					
Champs labourés	265 σ : 191,95	7	1,159 σ : 0,60	0,630 σ : 0,22	Copépodites Nauplii Rotifères
Champs fauchés	570 σ : 642,16	7	1,358 σ : 0,56	0,756 σ : 0,18	Copépodites Nauplii Rotifères
Association à *Phalaris* et *Calamagrostis*	1301 σ : 1139,00	7	1,530 σ : 0,30	0,924 σ : 0,11	Copépodites Nauplii Ostracodes
Érablière argentée	1866 σ : 2890,21	7	1,444 σ : 0,58	1,038 σ : 0,32	Copépodites Nauplii Dysticus sp.
Saulaies	2171 σ : 2380,0	7	1,384 σ : 0,43	1,015 σ : 0,25	Copépodites Nauplii Zygoptères
Drains primaires	489 σ : 725,34	7	1,237 σ : 0,51	0,731 σ : 0,24	Copépodites Nauplii Rotifères
Fossés secondaires	870 σ : 947,92	7	1,406 σ : 0,49	0,771 σ : 0,26	Copépodites Nauplii Rotifères
Eau libre					
Végétation submergée					
1984					
Champs labourés	2837 σ : 1608	6	0,35 σ : 0,06	1,35 σ : 0,38	
Champs fauchés	3157 σ : 1718	6	0,37 σ : 0,14	1,72 σ : 0,59	
Association à *Phalaris* et *Calamagrostis*	18 570 σ : 35 465	6	0,47 σ : 0,13	1,82 σ : 0,53	

Tableau 7 (suite)

	Biomasse humide (mg/m^3)	*n*	Diversité (famille)	Richesse (famille)	Taxons dominants en biomasse
Érablière argentée	22 482 σ : 27 733	6	0,40 σ : 0,14	2,02 σ : 0,80	
Saulaie	-				
Drains primaires	-				
Fossés secondaires	-				
Eau libre	208 σ : 146	24	0,26 σ : 0,08	2,29 σ : 0,40	Rotifères Cladocères et Copépodes (Copépodites et nauplii)
Végétation submergée	256 σ : 146		0,34 σ : 0,13	2,36 σ : 0,34	Copépodites et nauplii Rotifères (*Gammarus*)

Sources : Les données de 1983 ont été tirées de Soléco (1983), et celles de 1984, de Bendwell (1985).
σ : écart type.

Parmi les communautés dont la biomasse est la plus importante durant la période de mise en eau, on compte les copépodes immatures (copépodites et larves nauplii) dominés par les cyclopoïdes *Diacyclops bicuspidatus thomasi* de fin avril au début mai, suivis par *Acanthocyclops* jusqu'à la décrue ainsi que des genres sténothermes d'eau chaude, tels *Mesocyclops*, *Macrocyclops* et *Eucyclops* (Soléco, 1983). Les calanoïdes sont rares, *Epischura lacustris*, *Eurytemora affinis* et *Osphraticum labronectum* ont été notés en 1982 et 1984 (Savignac, 1982; Bendwell, 1985). Les cladocères sont dominés par *Simocephalus expinosus* et *Daphnia* sp. Les rotifères atteignent leur biomasse maximale à la fin mai au moment où diminuent les copépodites. Les macroinvertébrés peuvent représenter une part non négligeable du zooplancton

en juin, surtout dans les habitats riches en support végétal (tableau 8) où les gammares, les gastéropodes et les insectes sont mieux représentés. Les ostracodes peuvent parfois représenter un groupe important lorsque la température atteint plus de 20°C.

Il n'existe pas de différence d'espèces et de phénologie entre la rive sud et la rive nord du lac (Bendwell, 1985). Trop peu d'échantillonnages ont été réalisés cependant pour tirer des conclusions sur la biomasse.

La biomasse disponible a augmenté de façon graduelle pendant les crues en 1984 (Bendwell, 1985) (tableau 9), passant de moins de 1000 mg/m^3, à la fin avril, à plus de 40 175 mg/m^3, en période de crues avancée. La décrue entraîne ensuite une partie des organismes vers les zones d'herbiers, les autres organismes ayant tendance à se concentrer dans des cuvettes. Il est à noter qu'il existe une forte variation entre les biomasses atteintes en 1984 et 1983. Les biomasses sont entre 10 et 40 fois plus élevées en 1984. Il semble que les crues et les conditions climatiques (vitesse de réchauffement) sont responsables de cette forte variation. Les printemps hâtifs et chauds permettent une biomasse plus grande des organismes, tandis que les printemps froids, avec une mise en eau importante, présentent des biomasses plus faibles (MLCP, 1984). Une mise en eau courte ne permettra pas le développement complet des nématodes, oligochètes et microcrustacés d'eau froide, qui ont besoin de quatre semaines pour compléter leur cycle vital. Bien que la biomasse ait été très élevée en 1984, la diversité était très faible, et la richesse, élevée par rapport à 1983. La diversité incluant l'équitabilité et la richesse, on ne peut que supposer une très faible équitabilité, c'est-à-dire une forte dominance en nombre d'un taxon sur les autres, ce qui est effectivement le cas. Il est à noter cependant que la richesse est demeurée faible en dépit de cette augmentation.

Les organismes zooplanctoniques ont été étudiés dans six milieux types de la plaine de débordement soit : les champs labourés, les champs fauchés, l'association à *Phalaris* et *Calamagrostis*, l'érablière argentée, les fossés secondaires et les saulaies.

Tableau 8 ***Biomasse humide des invertébrés zooplanctoniques de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre, synthèse pour tous les habitats***

	Groupes				
Date	Rotifères	Ostracodes	Crustacés et Cladocères	Autres	Total
83-04-21					
(%)	2,0	5,5	35,3	57,2	
(mg/m³)	11,074	29,872	192,938	312,916	**546,800**
83-05-03					
(%)	0,7	3,6	82,3	13,5	
(mg/m³)	9,497	47,546	1 099,635	180,088	**1 336,763**
83-05-15					
(%)	2,3	3,3	60,7	33,8	
(mg/m³)	107,171	155,902	2 901,865	1 614,416	**4 779,754**
83-05-19					
(%)	3,7	4,0	57,8	34,5	
(mg/m³)	251,835	272,010	3 953,548	2 358,332	**6 835,725**
83-05-22					
(%)	3,3	3,0	61,2	32,4	
(mg/m³)	471,42	428,817	8 645,369	4 577,501	**14 123,107**
83-06-02					
(%)	32,2	3,8	52,8	11,2	
(mg/m³)	1 787,348	212,197	2 922,223	621,966	**5 543,734**
83-06-13					
(%)	1,5	4,5	48,4	45,6	
(mg/m³)	347,408	1 022,862	11 101,749	10 454,060	**22 926,079**

Source : Soléco, 1983.

L'association à *Phalaris* et *Calamagrostis*, l'érablière à érable argenté et les saulaies constituent les milieux à plus grande richesse et biomasse d'invertébrés. Les fossés secondaires ont une biomasse moyenne, une richesse faible mais une diversité semblable aux trois milieux précédents. Par contre, les champs labourés, les champs fauchés

et les drains primaires sont pauvres en biomasse, diversité et richesse. Ceux-ci offrent un faible support aux organismes et les retiennent peu.

Les biomasses atteintes par les milieux les plus productifs (Bendwell, 1985) atteignent jusqu'à 50 fois celles des milieux productifs des réservoirs eutrophes en URSS (Winberg, 1970 *in* Wetzel, 1975). Ceci vient confirmer l'importance de la plaine de débordement comme ressource alimentaire.

Tableau 9 ***Comparaison de la biomasse humide moyenne du zooplancton au printemps (mg/m³) dans la plaine inondée en 1983 et 1984 et dans le fleuve en 1984***

	Biomasse humide (mg/m³)			
	Plaine inondée		Fleuve	
Date	1983	1984	Eau libre 1984	Végétation submergée 1984
Fin avril	70	698	28	26
Début mai	203	4 146	175	420
Mi-mai	941	11 398	88-186	144-400
Fin mai	1 078	40 175	368	189
Début juin	843	37 880	310-377	202-434
Mi-juin	3 684	-		

Sources : Bendwell et Associés, 1985; Soléco, 1983.

Les milieux possédant un support végétal riche et diversifié sont les plus favorables à la survie des invertébrés pendant la période d'étiage. Ainsi, l'érablière argentée et l'association à *Phalaris* et *Calamagrostis* peuvent retenir les organismes qui

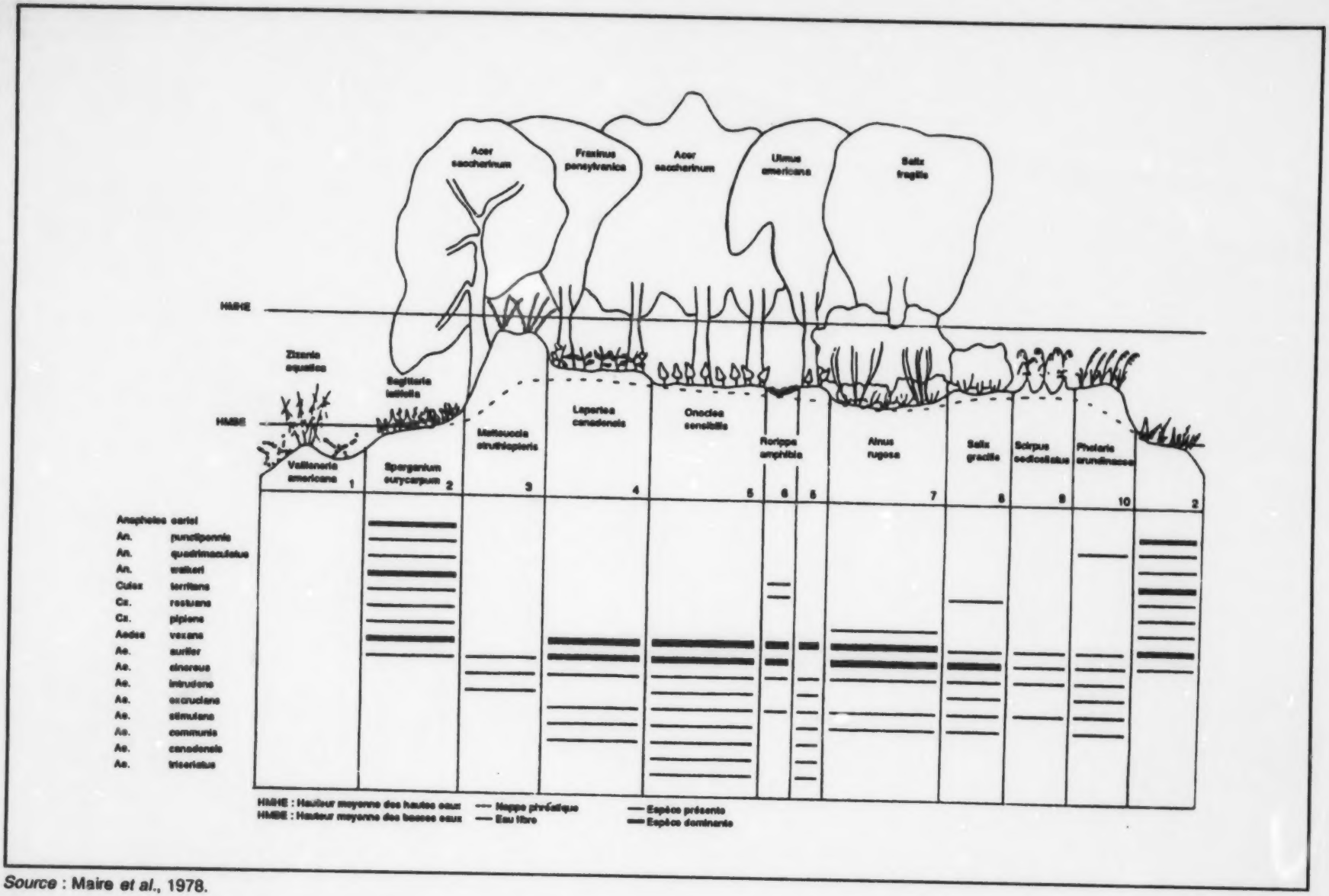
se concentrent dans des cuvettes pour terminer leur cycle vital sur place. La compétition entre les espèces influence alors la biomasse des organismes.

Des études ont également été réalisées sur les communautés larvaires de moustiques de l'archipel des Cent Îles (Maire *et al.*, 1978; Tessier, 1979) et des îles de Berthier-Sorel. Les résultats permettent de distinguer plusieurs espèces caractéristiques des milieux riverains du fleuve soit *Aedes aurifer*, *Ae. cinereus* et *Ae. excrucians* au printemps et *Ae. vexans* et les *Anopheles* en été. Les espèces montrent une répartition en fonction des types de milieux humides, du niveau d'eau et des périodes d'inondation ainsi que des espèces végétales présentes (figure 8).

5.2.2 Zooplancton d'eau libre. - Certaines études ont également été réalisées sur le zooplancton d'eau libre (Bendwell, 1985; Tousignant, 1976).

L'évolution temporelle du zooplancton se traduit par une augmentation graduelle de la biomasse dans les stations d'eau libre et de végétation submergée (tableau 9). Cependant, comme il a été dit plus haut, les milieux d'eau libre ne supportent qu'une biomasse relativement faible par rapport à celle des plaines de débordement, soit entre 28 et 377 mg/m^3 (Bendwell, 1985). La biomasse d'eau libre est comparable à la biomasse trouvée dans la végétation submergée au printemps. Cette biomasse supportée est cependant comparable à celle des milieux eutrophes (Wetzel, 1975). Toutefois, ces études ont été réalisées au printemps seulement. On peut supposer que certains organismes zooplanctoniques provenant des plaines d'inondation coloniseront la végétation submergée lors de la décrue et qu'ils fourniront un apport important de nourriture au milieu pour les niveaux trophiques supérieurs.

Les cyclopoïdes dominent avec une seule espèce, soit *Diacyclops bicuspdatus thomasi*, de la fin avril au début juin dans le fleuve. Ce sont en général des individus immatures (nauplii et stades copépodites) qui sont présents, et le nombre d'adultes est faible. Les calanoïdes présents caractérisent le fleuve avec *Diaptomus*, *Limnocalanus* et *Eurytemora*. Des cladocères typiques des plans d'eau limnétiques sont également présents avec *Bosmina longirostris* et *Chydorus sphaericus*. La dominance des cyclopoïdes et des cladocères sur les calanoïdes serait l'indication d'un milieu eutrophe



Source : Maire *et al.*, 1978.

Figure 8 Répartition des populations larvaires de moustiques dans les niveaux écologiques des îles de l'archipel des Cent Îles

(Patalas, 1972). Le développement des insectes débute en juin lorsque la végétation submergée s'épanouit.

Les crustacés zooplanctoniques sont dominés à Berthier par les cladocères *Sida crystallina*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris* et *Camptocercus rectirostris* ainsi que par les copépodes *Eucyclops agilis* (Tousignant, 1976). Néanmoins, cette étude a porté uniquement sur la période allant de avril à octobre. La phénologie des espèces permet de croire que les résultats sont consistants avec les résultats de Bendwell (1985), puisque les espèces n'apparaissant pas dans les résultats de cet auteur ont tendance à avoir un développement plus tardif.

6 BENTHOS, FAUNE PHYTOPHILE ET PÉRIPHYTON

Le chapitre qui suit porte sur les invertébrés benthiques, la faune phytophile (invertébrés épibenthiques et épiphytiques) et le périphyton. Ces organismes sont tous associés à un substrat quelconque, étant soit attachés ou se déplaçant sur ou dans les substrats. Ils constituent la biomasse prédominante en milieu lotique, les organismes attachés étant ceux qui sont le mieux adaptés aux conditions de courant retrouvées dans les rivières.

6.1 Communautés benthiques

Les communautés benthiques du lac Saint-Pierre ont fait l'objet de quelques études : Demers *et al.*, 1976; Eco-Recherche, 1974; Levasseur, 1977; Guérard, 1978; Vincent, 1979; Vincent *et al.*, 1982; Soléco, 1983; Vincent, 1983.

Bien que des échantillons aient été prélevés à divers sites au lac Saint-Pierre, il est difficile de tirer des conclusions sur les peuplements benthiques ou sur l'évolution de ces peuplements. Effectivement, les renseignements à notre disposition sont souvent fragmentaires, c'est-à-dire qu'on réussit rarement à connaître les conditions d'échantillonnage (lieu, temps, méthode et nombre d'échantillons). Nous analyserons donc les organismes benthiques étude par étude.

Le plus grand effort d'échantillonnage a été réalisé dans le cadre du Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Malheureusement, ces études datent de 1974 à 1976, et il est difficile d'établir l'état actuel des peuplements à partir de ces données. De nombreux facteurs ont changé depuis ces échantillonnages, entre autres la physico-chimie, l'utilisation du sol, l'aménagement des îles, l'endiguement et l'évolution de la qualité des tributaires. Tous ces facteurs font que le portrait tracé à partir de ces études ne peut être que partiel. De surcroît, les biomasses d'invertébrés n'ont pas été calculées lors de ces études, ce qui rend difficile l'évaluation de l'importance relative des groupes d'organismes. Toutes les constatations seront faites sur le nombre d'organismes et non sur les biomasses. Nous possédons également très peu de données sur les habitats où étaient situées les stations inventoriées pour ces études. Nous ne savons

effectivement rien du type de substrat (fin, dur, granulométrie, herbier, etc.). Ces facteurs rendent difficile une interprétation multiple des données. Nous n'avons également qu'une idée partielle des périodes d'échantillonnage, ce qui rend difficile l'intégration de facteurs connexes comme le cycle vital, le cycle reproductif, les périodes de migrations, etc. Finalement, il est difficile de tirer des conclusions sur les communautés avec une donnée par station. Ceci fait qu'il est parfois hasardeux d'effectuer des comparaisons entre les sites. Malgré ces réserves, il est quand même intéressant d'avoir une idée de l'état des communautés benthiques avant 1976.

Globalement, l'ensemble des stations du lac montrent une faible diversité (tableau 10) avec une moyenne de 1,81 pour la rive nord et 2,05 pour la rive sud. L'équitabilité y est également faible, avec une moyenne de 0,37 sur la rive nord et 0,38 sur la rive sud. Le nombre de groupes y est relativement élevé avec 60 sur la rive nord et 61 sur la rive sud.

Les taxons dominants sont généralement les mollusques (*Sphaerium*, *Pisidium*, *Bithynia tentaculata*) ainsi que les oligochètes Tubificidés sur la rive sud (figures 9 et 10). Généralement, les Tubificidés ont tendance à dominer, avec plus de 80 p. 100 dans les stations les plus dégradées (figure 11) (indice de diversité 0,35; 0,34; 1,24). Les Tubificidés y sont cependant moins dominants que dans les autres zones du fleuve. Certains ostracodes et gammares peuvent à l'occasion constituer une part importante du nombre. Très peu d'insectes ont été inventoriés dans la rive sud; beaucoup de stations n'en contiennent aucun. La proportion d'insectes ne dépasse jamais 10 p. 100 dans les dénombrements. Bien entendu, cette pauvreté en nombre est parfois compensée par une richesse en biomasse par rapport aux Tubificidés.

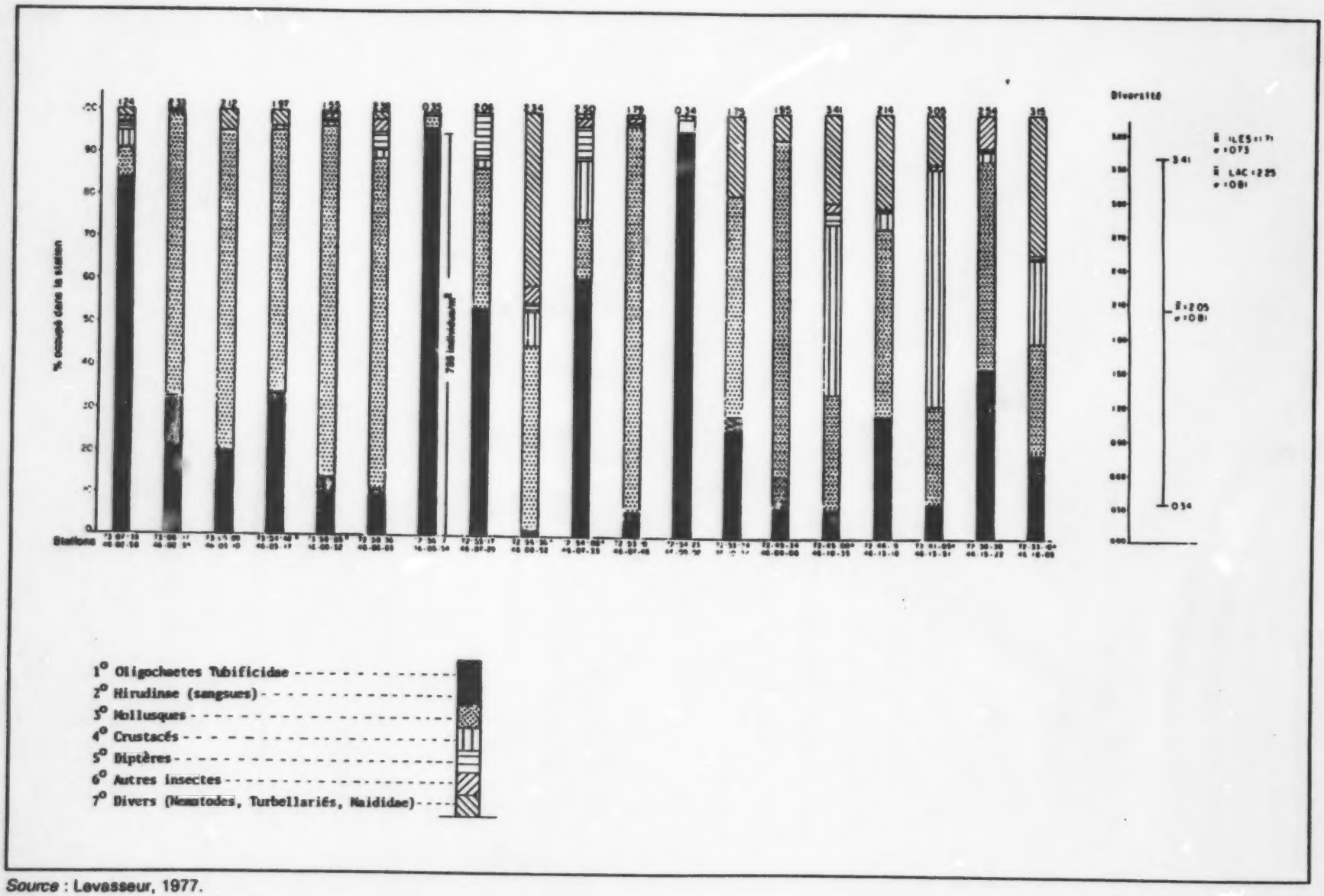
Les stations ayant les indices de diversité les plus élevés (environ 3,0) sur la rive sud sont situées à l'extrémité est du lac. Elles contiennent une proportion relativement faible de Tubificidés, peu ou pas de chironomides et une abondance d'ostracodes, de gammares et de mollusques (*Bithynia tentaculata* et *Sphaerium*).

Sur la rive nord, les taxons dominants sont les Tubificidés dans 14 des 24 stations du lac. Ce milieu est celui qui comporte la diversité moyenne la plus faible et

Tableau 10 *Indices synthétiques des organismes benthiques selon les régions du lac Saint-Pierre*

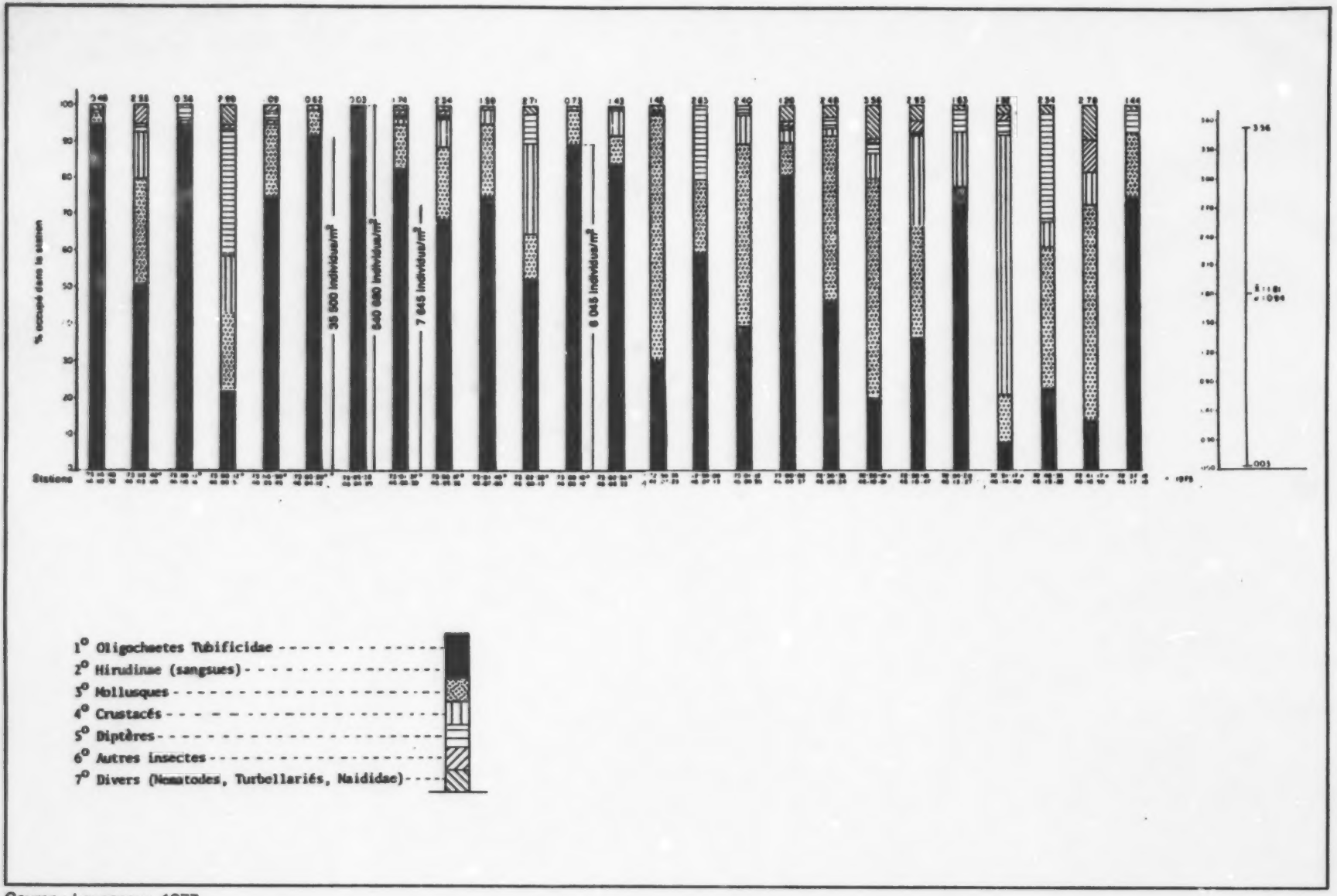
	Rive Nord	Rive Sud	Pointe-du-lac	Îles (delta)	Lac Saint-Pierre (partie lac)
Diversité moyenne	1,81	2,05	2,38	1,60	2,30
σ	0,94	0,81	0,28	0,86	0,76
Diversité minimale	0,03	0,34	2,06		
Diversité maximale	3,56	3,41	2,52		
Équitabilité moyenne	0,37	0,38		0,31	0,46
σ	0,29	0,19		0,21	0,28
Équitabilité minimale	0,11	0,11			
Équitabilité maximale	1,13	0,86			
Nombre de groupes taxonomiques	60	61	12-29		
Nombre moyen d'organismes/ station (nb/m²)	27 772	4238	2018		
Nombre minimal d'organismes/ station (nb/m²)	100	550			
Nombre maximal d'organismes/ station (nb/m²)	541 860	12 912			
Organismes dominants	Tubificidés *Sphaerium* *Bithinia* *Gammarus* Chironomides	Mollusques Tubificidés Ostracodes et *Gammarus*	Chironomides Tubificidés Isopodes Gastéropodes		

Sources : Levasseur, 1977; Vincent, 1979.
σ : écart type.



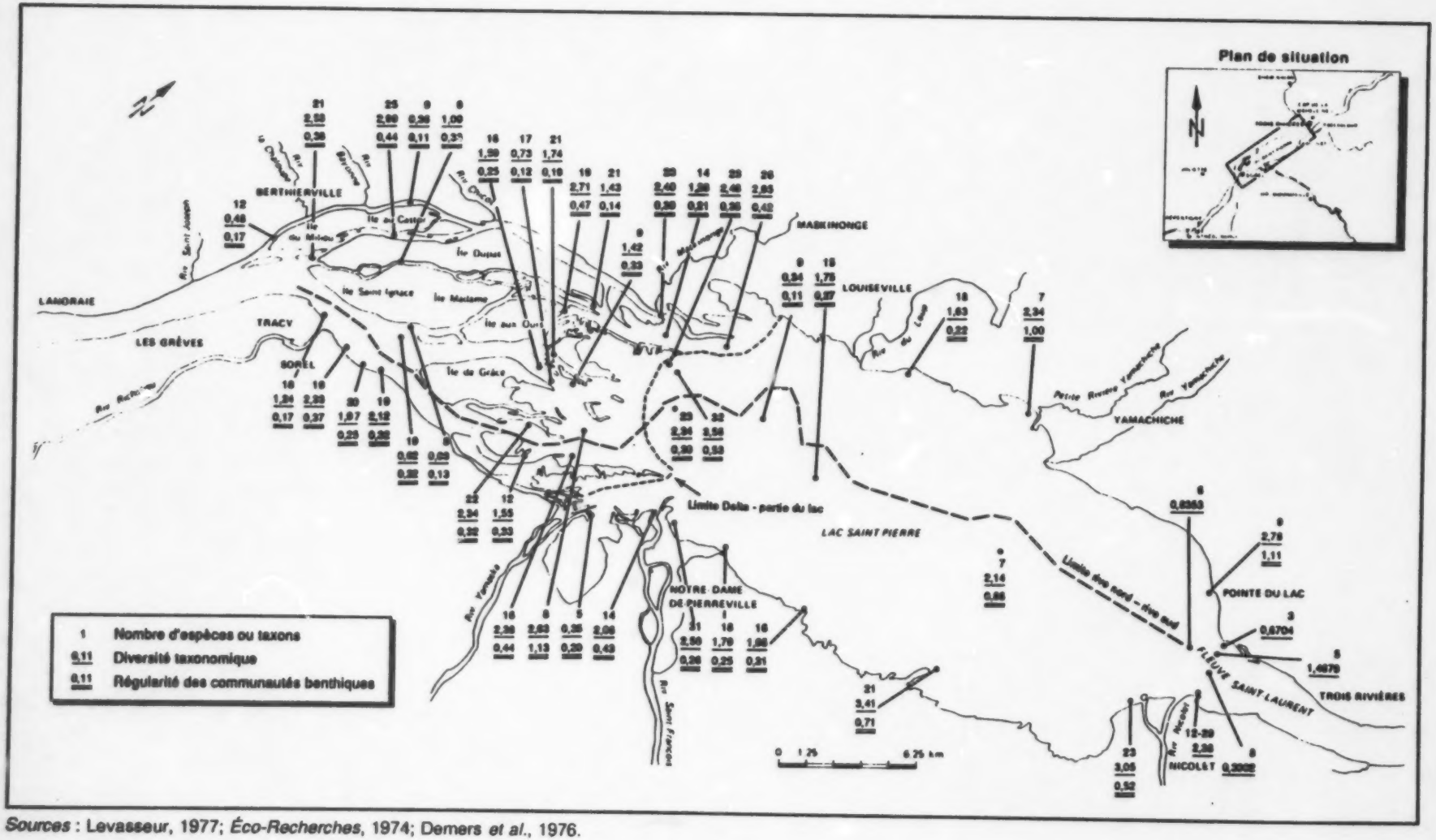
Source : Levasseur, 1977.

Figure 9 Composition faunique et diversité du benthos aux stations de la rive sud du lac Saint-Pierre



Source : Levasseur, 1977.

Figure 10 Composition faunique et diversité du benthos aux stations de la rive nord du lac Saint-Pierre



Sources : Levasseur, 1977; *Éco-Recherches*, 1974; Demers *et al.*, 1976.

Figure 11 Diversité taxonomique, nombre de taxons et régularité des communautés benthiques de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre

également les nombres moyens d'organismes les plus élevés. Dans les stations dominées par les Tubificidés, on retrouve des densités allant jusqu'à 540 680 individus par mètre carré. En fait, les stations où dominent les Tubificidés sont toutes considérées comme étant dégradées ou en mauvais état. Les mollusques (*Sphaerium*) ont tendance à dominer dans les autres stations, et les insectes y sont peu présents.

Nous pouvons comparer ces résultats avec ceux de Vincent (1979) qui a inventorié une station à l'extrémité est du lac Saint-Pierre, près de Pointe-du-Lac, en milieu littoral et infralittoral de la rive sud. Les groupes dominants diffèrent sensiblement des organismes du lac, notamment avec les chironomides (*Cryptochironomus sp. B*, *Cryptochironomus* sp. C, *Dicrotendipes*). Cependant, les Tubificidés (avec *Limnodrilus hofmeisteri*, *Tubifex tubifex*) représentent un pourcentage important du nombre, comme dans le lac, et caractérisent ces stations du littoral. Les mollusques, qui sont relativement peu importants numériquement, ont cependant une biomasse élevée : les espèces dominantes sont les mêmes que celles du lac (*Bithynia tentaculata*, *Sphaerium* spp.). Ces organismes caractérisent également le haut-estuaire. La diversité est supérieure au lac en moyenne. Cela peut cependant être dû au fait que les organismes ont été souvent identifiés à l'espèce, ce qui apporte une plus grande fiabilité à l'indice de diversité que les calculs effectués au groupe ou au genre comme c'est le cas de l'étude de Levasseur (1977). Par contre, la comparaison avec la diversité et la composition faunistique d'une station située à la sortie du lac, dans la partie sud, permet de constater que les données enregistrées à cette station sont comparables à celles de Vincent (1979), mis à part la dominance des chironomides qui n'ont pas été trouvées par Levasseur (1977). Les autres organismes dominants décrits précédémment y sont également présents.

La région du delta de Sorel semble offrir un milieu très peu uniforme si l'on considère l'ensemble des îles (Demers *et al.*, 1976; Levasseur, 1977). Le nombre de groupes taxonomiques varie de 8 à 25, et la diversité se situe entre 0,03 et 2,99. Les îles de Sorel présentent plusieurs types de milieux différents, certains pouvant être affectés par des conditions locales, ce qui explique une très grande variabilité dans les données de diversité, d'équitabilité et de nombre de taxons. Le secteur des îles est

celui où la diversité ainsi que l'équitabilité moyenne sont les plus faibles. On peut remarquer également la nette dominance des Tubificidés dans les milieux les plus dégradés. Certaines de ces stations sont constituées à toutes fins pratiques de cultures pures de tubificidés. La partie lac possède les milieux les plus diversifiés, avec la répartition la plus équitable. On y retrouve une dominance de gastéropodes et une baisse de l'importance des tubificidés par rapport au secteur du delta de Sorel.

6.2 Hirudinés

Les *Hirudinae* sont assez abondants (figures 9 et 10) (Levasseur, 1977) dans l'ensemble des stations du lac Saint-Pierre. Ils représentent entre 1 et 28 p. 100 du nombre d'organismes présents.

L'étude de Vincent et Vaillancourt (1980) portant sur les sangsues benthiques du Saint-Laurent a permis d'identifier 13 espèces dans 12 stations dans le secteur du delta de Sorel et 7 espèces dans 16 stations du secteur du lac (tableau 11). Les facteurs influençant la distribution des espèces sont nombreux et incluent surtout des paramètres physiques, tels le type de substrat, la profondeur, la vitesse du courant, et rarement les paramètres chimiques (pH, oxygène, conductivité, alcalinité). Les chironomides et les Tubificidés constituent, avec la matière organique, l'essentiel de l'alimentation des *Erpobdellidae* épiphytiques. Certains gastéropodes sont également la proie de certaines espèces de *Glossiphiniidae*. Il est donc facilement compréhensible de trouver, dans certaines stations des études de Levasseur (1977), des proportions importantes d'*Hirudinae*.

6.3 Mollusques

6.3.1. Écologie et répartition. - Les gastéropodes constituent en pourcentage et en biomasse les organismes les plus importants de la plupart des stations du lac Saint-Pierre, en dehors des stations où les *Tubificidae* dominent (Levasseur, 1977; Vincent, 1979; Soléco, 1983). Au point de vue de la biomasse, ils sont dominants si on tient compte des résultats des études de Soléco (1983). Ils peuvent constituer jusqu'à

92 p. 100 du nombre des organismes de la faune phytophile et 53 p. 100 du benthos (Vincent *et al.*, 1982).

Tableau 11 ***Distribution des espèces de sangsues entre la partie des îles de Berthier-Sorel et la partie lac, au lac Saint-Pierre***

Famille	Îles	Lac
Famille des *Glossiphoniidae*		
Batracobdella phalera	+	+
Glossiphonia complanata	+	+
G. heteroclita	+	
Helobdella elongata	+	+
H. fusca	+	
H. stagnalis	+	+
H. triserialis	+	
Placobdella montifera	+	
Theromyzon tessulatum	+	
Famille des *Erpodellidae*		
Erpobdella puncata	+	+
Mooreobdella melanostoma	+	+
M. microstoma	+	
Famille des *Hirudinidae*		
Haemopsis grandis	+	
NOMBRE DE STATIONS	12	16

Source : Modifié de Vincent et Vaillancourt, 1980.

Zmyslony concluait dans son étude(1980) que la nature granulométrique du substrat influence les gastéropodes benthiques, alors que la nature physico-chimique de l'eau a peu d'impact. Les gastéropodes préfèrent les zones de sédimentation et peuvent tolérer les substances toxiques et organiques. La présence d'un substrat riche en sédiments fins est le facteur qui détermine le développement général des populations. Le troisième facteur influençant les organismes est la présence de végétation aquatique. Certains de ces organismes effectuent au cours de l'été une migration du fond

vers la végétation aquatique. L'espèce *Bithynia tentaculata* n'est trouvée que dans les eaux vertes (eaux de la rive sud) et semble favorisée dans les courants faibles, là où il y a de la végétation (Létourneau, 1982). La croissance de l'espèce est affectée par le type de substrat sédimentaire ainsi que par la compétition intraspécifique.

Les pélécydodes constituent avec les *Sphaeriidae* une part importante de la densité des organismes du lac (Levasseur, 1977). Une espèce, *Sphaerium corneum* (Letarte et Vaillancourt, 1988; Letarte et Vaillancourt, 1986; Letarte, 1985) a fait l'objet d'études écologiques sur sa distribution, croissance, biomasse, productivité et reproduction. Le site d'étude situé dans la partie lac (soit la partie à l'est, en dehors du delta), au nord du chenal maritime, présentait une densité moyenne variant de 500 à 8000 individus par mètre carré, avec une moyenne annuelle de 3500 individus par mètre carré. Ces données sont similaires au total des *Sphaeriidae* retrouvés par Levasseur à une station seulement. L'abondance de l'espèce est reliée à la qualité du substrat, le sédiment vaseux favorisant les plus fortes densités. La biomasse moyenne annuelle est de 28,2 g/m^2 en poids sec et 11,1 g/m^2 en poids sec des chairs. La production annuelle totale est de 74,3 g/m^2 en poids sec et 29,7 g m^{-2} en poids sec des chairs.

6.3.2 Contamination. - Levasseur (1977) a étudié la contamination des pélécypodes par les métaux, et, plus récemment, Metcalfe et Charlton (1989) ont effectué une étude sur la contamination des pélécypodes par des polluants organiques (tableau 12). D'autres études sur ces organismes sont présentement en cours (collaboration CSL-INRE). Les moules sont des organismes intéressants pour l'étude de la contamination par les substances toxiques à cause principalement de leur régio-spécificité, de leur court cycle de vie et de leur capacité à bioaccumuler plusieurs substances toxiques. Seul le plomb dépassait en 1977 les normes pour la commercialisation dans les deux échantillons mesurés (2 et 1 ppm). Les autres substances mesurées étaient le strontium, le vanadium, le béryllium, le titane, le manganèse, le baryum, le cuivre, le zinc, le chrome, le cobalt, le cadmium et l'argent. Cependant, les moules d'eau douce ne sont pas consommées par l'homme. Plusieurs substances organiques comme les pesticides

Tableau 12 ***Concentration des contaminants organiques dans les moules (ng/g poids humide) en 1985***

	Station								
	95	103	103	103	107	112	113	114	115
Espèce	L	E	E	E	L	L	E	E	E
Organochlorés									
p,p'-DDD	-	-	0,23	0,29	-	0,39	0,51	0,34	0,22
p,p'-DDE	<0,5	0,8	1	0,8	1,3	1,2	1,3	1	1,1
p,p'-DDT (ng/g)	-	-	0,64	-	-	-	-	0,54	-
Mirex (ng/g)	<0,05	0,15	0,13	0,3	0,6	0,45	0,11	0,26	0,15
G-Chlordane (ng/g)	<0,01	0,13	0,2	0,25	<0,01	0,27	0,24	0,22	0,27
A-BHC	-	0,07	0,10	0,15	0,18	0,11	1,13	0,11	0,10
Chlorobenzènes									
1,2,3-TCB	-	-	-	0,28	0,80	-	-	-	-
OCB	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OCS	-	-	0,05	-	0,05	0,16	-	-	-
HCB (ng/g)	<0,02	0,06	0,13	<0,02	<0,02	0,22	0,08	0,08	0,13
BPC totaux (ng/g)	3	13	12	23	43	17	15	13	35
Nombre de congénères détectés	10	46				46	33	43	48

Source : Metcalfe et Charlton, 1989.

Espèces : L, *Lampsilis radiata radiata*. E, *Elliptio complanata*.

organochlorés, les BPC et les chlorobenzènes ont été détectées dans les moules d'eau douce (Metcalfe et Charlton, 1989) dans la partie lac.

Les moules contenaient des niveaux détectables de p,p'-DDE qui est de loin le dérivé du DDT et le pesticide organochloré dominant dans les échantillons du lac Saint-Pierre. Les concentrations sont cependant beaucoup plus faibles au lac Saint-Pierre que dans la zone amont, en Ontario. Deux stations du lac Saint-Pierre présentaient de faibles concentrations de p,p'-DDT, ce qui permet de penser que le DDT a possiblement été utilisé récemment dans ce lac, l'utilisation de ce dernier ayant été interdite au début des années 1970. Les stations où cette substance a été détectée sont situées près du chenal maritime. Le mirex a été détecté dans la plupart des échantillons de moules du lac Saint-Pierre. Ce composé peut être relié à une source dans le lac Ontario et bien qu'il soit présentement interdit aux États-Unis, il sera sans doute présent très longtemps dans les sédiments contaminés. La concentration de cette substance est toutefois moins élevée dans le lac que dans la zone amont. Les concentrations de cette substance sont faibles par rapport à la norme de 0,1 ppm pour la protection de la vie aquatique.

Les concentrations de γ-chlordane sont plus élevées dans le lac Saint-Pierre, comme dans les autres lacs du Saint-Laurent, par rapport à celles enregistrées aux stations du couloir fluvial, ce qui suggère que les sources de ce produit sont soit locales ou dues à des zones de dépôt de sédiments contaminés.

Le lindane n'a pas été détecté dans le lac Saint-Pierre, alors que le α-BHC était mesurable dans la plupart des moules. Les concentrations détectées ressemblent à celles trouvées partout dans le fleuve Saint-Laurent.

Les chlorobenzènes ont été rarement détectés dans les moules. Parmi ces derniers, c'est l'hexachlorobenzène que l'on détecte le plus souvent mais en faibles concentrations.

Les teneurs en BPC des sédiments sont bien en dessous des concentrations maximales pour la protection de la vie aquatique (Swiss *et al.*, 1982). Elles sont relativement faibles par rapport à la zone de Massena, N.Y. Par contre, tous les échantillons en contiennent. Une étude de la compositon relative en isomères des BPC permet de

conclure que la majorité des congénères de BPC rejetés à Massena persiste encore dans le lac Saint-Pierre.

Les données de Metcalfe et Charlton (1989) permettent également de voir que les eaux provenant de la rivière Yamaska sont moins contaminées (tableau 12 : la station 95 correspond à l'embouchure de la rivière dans le lac) que les autres stations dans le lac.

6.4 Écrevisses

Les populations d'écrevisses ont été étudiées au lac Saint-Pierre sous plusieurs aspects : les espèces présentes, certains aspects de leur écologie, l'importance de la récolte commerciale, les stocks, les potentiels d'exploitation ainsi que la contamination.

6.4.1 Écologie et répartition. - Les écrevisses sont importantes à plusieurs points de vue au lac Saint-Pierre. Elles peuvent constituer une part importante du régime alimentaire des poissons. De nombreuses espèces de poissons consomment les écrevisses de petite taille. Les contenus stomacaux de l'Anguille d'Amérique, de la Perchaude, du Bar-perche et de l'Achigan à petite bouche démontrent que les écrevisses entrent dans le régime alimentaire de ces espèces. Les Achigans à petite bouche recherchent les écrevisses qu'ils chassent à la tombée du jour et une partie de la nuit (Pageau, 1967). Espèces omnivores au stade juvénile et herbivores (plantes aquatiques et débris de végétaux terrestres) à l'âge adulte, elles ont été employées avec succès au États-Unis pour limiter le développement des plantes aquatiques.

Le lac Saint-Pierre supporte deux espèces d'écrevisses : *Orconectes virilis* et *Orconectes limosus* (Couture et Savignac, 1984; Baribeau *et al.*, 1983; Baribeau, *et al.*, 1982; Larry, 1980). *O. limosus* n'a été mentionnée au Québec que depuis 1984 (Couture et Savignac, 1984). On suppose une extension de son aire de distribution vers le nord, avec une progression vers le lac Champlain et le fleuve Saint-Laurent à partir de la plaine côtière atlantique, de la Virginie au Maine. Sur la base de la variabilité

temporelle de la proportion relative des espèces capturées au verveux (tableau 13), aucune des deux espèces n'apparaît dominante (Roy, 1984a).

Le lac Saint-Pierre constitue un milieu propice aux écrevisses (Talbot, 1985). Un aire d'environ 165 km^2 et de moins de 2 m de profondeur, couverte de macrophytes, en particulier *Scirpus* spp. et *Potamogeton zosteriformis*, constitue leur habitat préférentiel (Savignac et Couture, 1984). La zone dont la profondeur est supérieure à 2 m, qui représente 191 km^2 du lac, ne contient que de faibles et très faibles densités d'écrevisses, là où il y a de la végétation submergée; toutefois, cette zone n'a fait l'objet que de peu d'études (Savignac et Couture, 1984; Roy, 1984a). On sait cependant qu'en théorie, à partir de la mi-août, avec la maturation des gonades, les femelles se déplacent vers les eaux plus profondes soit à 6 ou 7 m (Tane, 1981). Il existe présentement très peu de données sur la biologie, l'état des populations et la distribution des espèces. En effet, les données existantes sont partielles, le plus souvent associées à la pêche commerciale. Aucun inventaire systématique n'a été fait sur les populations des deux espèces présentes en fonction de paramètres du milieu comme la végétation, la physico-chimie de l'eau, le type de substrat disponible ou encore en relation avec la contamination.

La croissance des écrevisses est forte comparativement à celle d'autres régions, atteignant à deux ans des longueurs moyennes du céphalothorax de 48 mm chez *O.virilis* et 50 mm chez *O. limosus* (Savignac et Couture, 1984) comparativement à 36 mm en Ontario (Momot, 1978) et 38 mm en Nouvelle-Angleterre (Smith, 1981) respectivement. On ne note aucune différence de taille entre les mâles et les femelles d'une même espèce. La longévité des deux espèces se situe habituellement autour de deux ans. Les deux espèces ont des cycles de reproduction synchronisés et des cycles vitaux identiques.

6.4.2 Exploitation des populations d'écrevisses. - L'écrevisse est une ressource exploitable intéressante pour le lac Saint-Pierre. Le succès de pêche chez les pêcheurs commerciaux donne un indice de l'abondance des écrevisses. L'abondance des captures est plus élevée de la fin août jusqu'au mois de novembre.

Tableau 13 Captures d'écrevisses au lac Saint-Pierre (pêche accessoire au verveux)

	Période									Rive Nord (%)	Rive Sud (%)
	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Total		
LAC SAINT-PIERRE											
Captures (kg)											
1983[a]	-	95	950	1506	773	759	2296	1433	7812	3344 (42,8)	4468 (57,2)
1985[b]	-	136	742	635	362	1432	613	77	3997	1547 (38,7)	2450 (61,3)
1986[b]	187	1597	1846	1045	494	656	343	17	6188	303 (4,9)	5885 (95,1)
Commercialisation											
1983[a]	-	0	18,3	31,0	38,1	40,5	45,2	23,8	33,5		
1985[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1986[c]	8,3	74,6	79,9	68,3	73,5	68,9	77,0	66,7	74,7		
Pourcentage de mâles											
1983[a]		58,3	56,7	29,0	54,1	66,8	68,7	67,2			
1985[b]					11,1	40,0	79,2	56,5			
1986[c]			82,8			72,4					
Proportion d'*Orconectes virilis* (%)											
1983[a]	-	60,6	27,3	33,9	68,0	59,3	28,4	22,0			
1985[b]	-	-	-	-	61,5	61,0	7,9	35,8			
1986[c]			6,6	-	-	70,2	-	-			

[a] Tiré de Roy, 1984.
[b] Données du rapport de pêche du MAPAQ extrapolées pour 42 pêcheurs (Portelance *et al.*, 1987).
[c] Données du rapport de pêche non extrapolées (Portelance *et al.*, 1987).

Tableau 13 (suite)

	Période									Rive Nord (%)	Rive Sud (%)
	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Total		
BAIE DE MASKINONGÉ											
Nombres à l'hectare (écrevisses de 38 mm ou plus)											
1983[d]		514 (107-7713)		869 (256-5212)		3374 (992-20242)		4764 (1942-15204)			
Biomasse à l'hectare (kilogrammes d'écrevisses de 38 mm ou plus)											
1982[d]		15,4 (3,2-231,4)		26,1 (7,7-156,4)		101,2 (29,8-607,3)		142,9 (58,3-456,1)			

[d] Tiré de Savignac et Couture, 1984. ( ) : Limite de confiance à 95 %.

La biomasse à l'hectare est considérée comme moyenne par rapport aux plans d'eau plus méridionaux. Celle-ci atteint un maximum de 142,9 kg/ha à la baie de Maskinongé (Savignac et Couture, 1984) contre un maximum de 226 kg/ha au Massachusetts et 394,5 kg/ha dans l'état de New York (Forney, 1958 et Camougis et Hichar, 1959 *in* Savignac et Couture, 1984).

Il n'y a pas de problème anticipé d'exploitation pour les populations des deux espèces (Portelance *et al.*, 1987). En effet, les captures accidentelles par la pêche commerciale se chiffraient en 1986 à 6,2 t, en 1985 à 4 t et en 1983 à 7,8 t, soit nettement en deçà de la récolte potentielle estimée de 50 t, réparties en 10 t de captures accidentelles dans les verveux et en 40 t à l'aide d'engins spécifiques non définis. Les verveux sont très sélectifs puisque 99,05 p. 100 des captures sont des céphalothorax de tailles supérieures à 30 mm.

La baie de Maskinongé constitue la zone où le succès de pêche est le plus élevé (tableau 14, figure 12) et le plus consistant (Savignac et Couture, 1984), les pêches y étant favorables de juillet à octobre. Le secteur de Louiseville arrive en deuxième position. Tous les secteurs montrent un succès de pêche supérieur à la mi-octobre.

La pêche accidentelle est une capture accessoire à la pêche au verveux pour la Perchaude, la Barbotte brune et l'Anguille d'Amérique. Depuis 1983, la première année où la commercialisation était autorisée, jusqu'en 1986, le pourcentage de commercialisation a augmenté de 33,5 à 74,7 p. 100. Il semble que les seuls facteurs qui influencent le développement de la pêche à l'écrevisse soient la demande.et la conception d'un engin de pêche efficace et rentable.

6.4.3 Contamination de la chair d'écrevisses. - La contamination de la chair des écrevisses du lac Saint-Pierre a été étudiée par Roy (1984) dans le secteur de Baieville (cité dans Lévesque et Pomerleau, 1986) et par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) (1989) (données non publiées). Le tableau 15 donne les résultats de ces études.

Tableau 14 ***Succès de pêche (nombre d'écrevisses/casier/2 jours) pour différents secteurs de pêche au lac Saint-Pierre***

Date	Baieville	Yamachiche	Louiseville	Près du chenal, bouée S79	Baie de Maskinongé
27 mai - 1er juin 3 - 9 juin	0,4	0,3	1,0	0,3	0,5
20 - 22 juin 27 - 30 juin	0,3	0,1	0,4	0,3	0,4
25 - 27 juil. 2 - 5 août	0,2	0,2	0,2	0,2	1,7
29 - 31 août 2 - 6 sept.	0,3	0,1	1,1	-	2,7
6 - 11 oct. 11 - 13 oct.	2,6	2,1	2,1	2,0	1,9
Moyenne	**0,8**	**0,7**	**1,0**	**0,7**	**1,4**

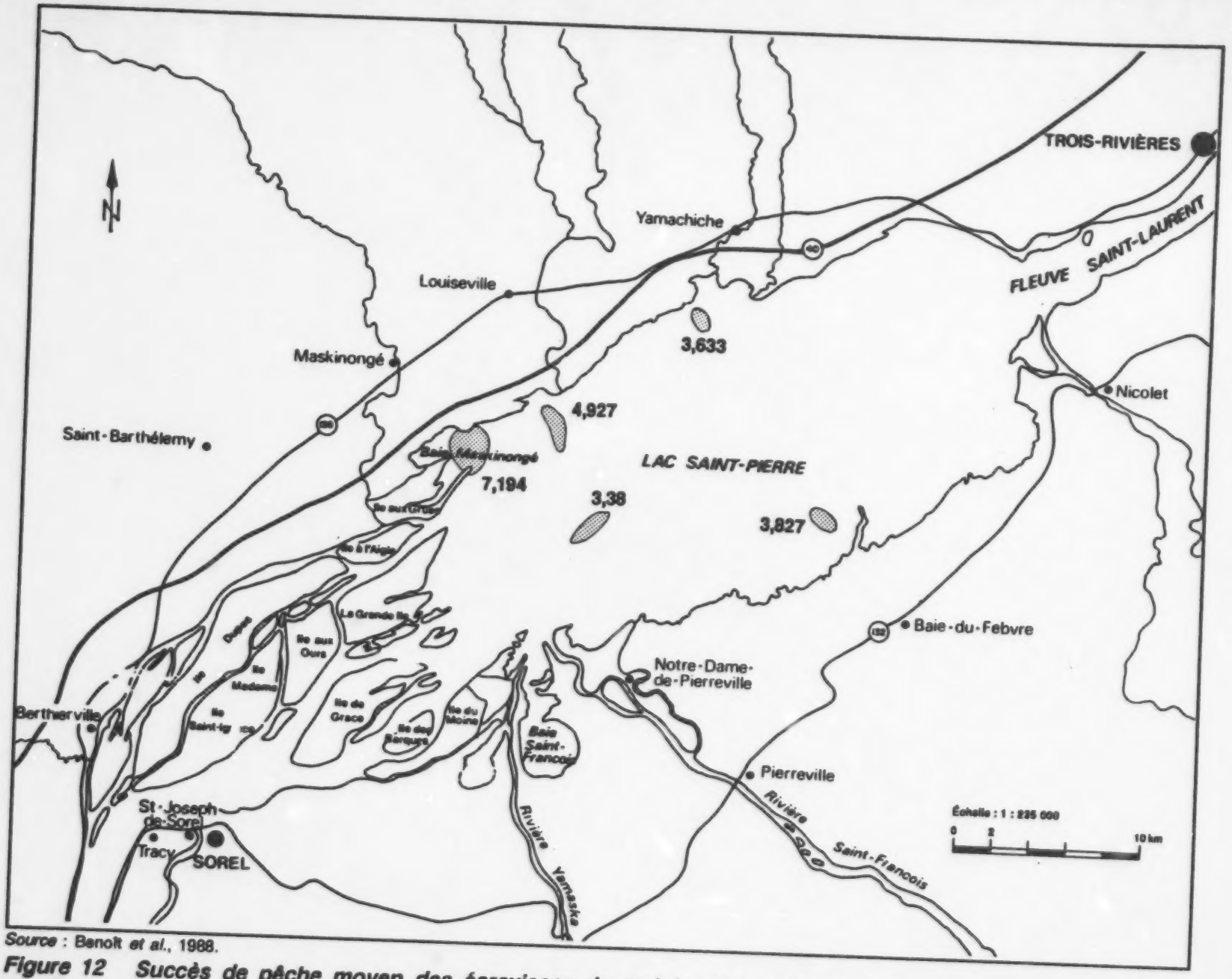
Moyenne générale : 0,8 écrevisse/casier/2 jours

Source : Savignac et Couture, 1984.

Tableau 15 ***Teneurs en contaminants des chairs d'écrevisses***

	Teneurs en contaminants (mg/kg)		
Sources	BPC	Mirex	Mercure
Lévesque et Pomerleau, 1986 (secteur Baieville)	$\bar{x}$: 0,0085 σ : 0,0006	N.D.	$\bar{x}$: 0,15 σ : 0,03
MAPAQ, 1989 (données non publiées)	N.D.		0,04 - 0,10
Limites administratives pour la commercialisation (SEBSC,1985)	2,0	0,1	0,5

N.D. : non détectable. $\bar{x}$: moyenne. σ : écart type.



Source : Benoît *et al.*, 1988.

Figure 12 ***Succès de pêche moyen des écrevisses de mai à octobre (nombre d'écrevisses par 10 nasses par jour)***

Les concentrations sont en dessous des concentrations maximales pour la mise en marché. Le mirex est non détectable, et le BPC est en faible concentration, ce qui pourrait être relié au mode d'alimentation grandement herbivore et à un faible pourcentage de gras dans ces organismes. Cette hypothèse n'est cependant pas basée sur des études sur le terrain.

Le suivi de la contamination de ces organismes pourrait s'avérer intéressant, parce qu'ils seraient de bons indicateurs de la concentration de mercure dans l'environnement ainsi que des accumulateurs de cuivre et zinc en particulier. De faibles concentrations de cadmium et de plomb provoqueraient des altérations de certains paramètres écologiques comme le taux de mortalité, la fécondité et le comportement.

6.5 Faune phytophile

La faune phytophile associée aux grands herbiers aquatiques du lac Saint-Pierre n'a pas fait l'objet d'études à ce jour. Bien que certaines stations de l'étude de Levasseur (1977) devaient se situer dans les herbiers, les organismes benthiques seuls y ont été recueuillis.

La faune phytophile a été étudiée dans six milieux de la plaine de débordement (Soléco, 1983). Le tableau 16 présente un résumé de la biomasse, diversité, richesse et taxons dominants dans les six milieux.

Les milieux étudiés sont les mêmes qui avaient été étudiés pour le zooplancton de la plaine de débordement. Les organismes épiphytiques et épibentiques sont tous aussi importants que les organismes zooplanctoniques comme ressource alimentaire pour les niveaux trophiques supérieurs dans la plaine de débordement.

Les mollusques dominent la biomasse de l'ensemble du territoire (tableau 17). Ils représentent la plus grande proportion de la biomasse totale jusqu'au mois de juin, où ils sont progressivement remplacés par les insectes et les crustacés (Soléco, 1983). Les oligochètes, quoiqu'importants en nombre, ne constituent jamais une part importante de la biomasse totale.

Tableau 16 ***Biomasse humide, diversité, richesse moyenne et taxons dominants de la faune épiphytique et épibenthique (faune phytophile) de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre entre le 3 mai et le 13 juin 1983***

Milieux	Biomasse humide (mg/m^3)	*n*	Diversité (famille)	Richesse (famille)	Taxons dominants (en terme de biomasse)
Champs labourés	1181,7 σ : 2596,8	6	2,01 σ : 0,23	1,75 σ : 0,49	*Tubificidae* *Planorbidae* *Lumbriculidae*
Champs fauchés	276,63 σ : 304,7	6	1,45 σ : 0,61	1,33 σ : 0,32	*Cyclopodidae* *Ostracoda* *Tubificidae*
Association à *Phalaris* et *Calamagrostis*	3638,9 σ : 4609,2	6	1,69 σ : 0,31	1,93 σ : 0,65	*Cyclopodidae* *Ostracoda* *Daphinidae* *Bosminidae* *Chironomidae* *Tubificidae*
Érablière argentée	969,8 σ : 664,4	6	2,12 σ : 0,51	2,12 σ : 0,62	*Spaeridae* *Ostracoda* *Cyclopodidae* *Lumbriculidae*
Saulaies	420,64 σ : 389,7	6	1,79 σ : 0,34	1,86 σ : 0,43	*Ostracoda* *Cyclopodidae* *Daphnidae* *Dystiscidae* *Chironomidae*
Fossés secondaires	1012,8 σ : 1144,5	6	1,34 σ : 0,42	1,31 σ : 0,27	*Cyclopodidae* *Tubificidae* *Ostracoda* *Daphnidae* *Bosminidae*

Source : Soléco, 1983.

On peut noter que l'association à *Phalaris* et *Calamagrostis* présente les biomasses les plus élevées. Les champs labourés, l'érablière argentée ainsi que les

fossés secondaires offrent une biomasse moyenne, tandis que les champs fauchés et les saulaies, les plus faibles biomasses.

Une comparaison des biomasses dans la plaine de débordement des organismes phytophiles et du zooplancton (tableaux 7 et 16) permet de voir que les milieux sont généralement comparables. Il est possible de se faire une idée de l'importance de la plaine de débordement pour les niveaux supérieurs si on calcule la biomasse totale. On évalue que la biomasse entre Baieville et Nicolet (8 km) varie de 1 t (fin avril) à 19 t (début juin) (MLCP, 1984). L'ensemble de la plaine d'inondation représenterait à la fin de la crue une biomasse de 150 t.

Nous ne pouvons comparer les diversités atteintes dans ces milieux à celles des organismes benthiques. Les diversités calculées sont basées le plus souvent sur des familles, alors que l'étude de Levasseur (1977) calculait une diversité générique.

6.6 Périphyton

Les algues périphytiques constituent les organismes les plus favorisés en écosystèmes lotiques. Ces algues attachées à un substrat (roche, vase, macrophytes, sable, etc.) prolifèrent dans ces écosystèmes, car elles y trouvent des conditions optimales pour leur croissance (enrichissement continuel en éléments nutritifs, courant, substrat, conditions d'ensoleillement, etc.).

La seule étude existante sur ces organismes est celle de Provencher *et al.* (1976) relative au périphyton sur les bouées de navigation de la voie maritime du Saint-Laurent. La technique d'échantillonnage n'était pas quantitative, et les organismes n'ont été identifiés qu'au genre.

La diversité générique y variait de 1,11 à 1,32 au mois de juillet et de 0,62 à 1,11 au mois d'août. Cette diversité est faible, mais l'identification à l'espèce aurait sûrement donné des résultats très différents.

Par contre la dominance de *Cladophora* sp. qui constitue la toile de fond du périphyton du fleuve est typique des milieux enrichis du fleuve et des Grands Lacs.

Les algues périphytiques sur les macrophytes n'ont jamais été étudiées en dépit de l'importance dans le fleuve de ces organismes épiphytes comme nourriture pour les herbivores (invertébrés, alevins et jeunes poissons).

Tableau 17 ***Biomasse humide des invertébrés épibenthiques et épiphytiques de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre, synthèse pour tous les habitats***

Dates	Crustacés	Insectes	Oligochètes et nématodes	Arachnides et mollusques	Total
83-05-03					
(%)	5,6	20,6	13,1	60,7	
(mg/m²)	60,204	223,060	141,375	656,224	**1 080,863**
83-05-15					
(%)	1,9	3,2	3,6	91,2	
(mg/m²)	135,773	230,746	259,642	6505,525	**7 131.686**
83-05-19					
(%)	13,9	23,6	3,2	59,3	
(mg/m²)	428,664	731,034	98,202	1833,692	**3 091,592**
83-05-22					
(%)	7,4	29,6	2,5	60,5	
(mg/m²)	1017,541	4060,638	344,702	8294,088	**13 716,969**
83-06-02					
(%)	23,1	41,2	3,4	32,3	
(mg/m²)	1456,712	2602,551	215,174	2040,478	**6 314,915**
83-06-13					
(%)	58,0	15,5	2,5	24,0	
(mg/m²)	7906,836	2119,033	339,839	3264,277	**13 629,985**

Source : Soléco, 1983.

7 POISSONS

7.1 Revue des études

Plusieurs études sur les poissons du lac Saint-Pierre ont été réalisées ces dernières années. Elles portent plus particulièrement sur les populations des différentes espèces d'intérêt sportif et commercial, leur exploitation, la délimitation et l'utilisation des aires de fraie. La majorité de ces études ont été produites sous la responsabilité du MLCP, qui assure la gestion de la faune et de ses habitats et applique la *Loi sur les Pêcheries* et, en partie ou conjointement, le Plan de gestion de la pêche avec le MAPAQ, qui administre et développe la pêche commerciale en eau douce.

Des études ont également été menées pour mesurer le degré de contamination des différentes espèces. Quatre principaux intervenants sont impliqués dans ce domaine : le ministère de l'Environnement du Québec, Environnement Canada, le MAPAQ et le MLCP.

Le seul inventaire exhaustif des espèces de poissons du lac Saint-Pierre a été réalisé au début des années 1970, par Massé et Mongeau (1974). À partir de pêches au filet maillant et à la seine, distribuées de façon systématique à tous les 0,6 et 0,3 km, à l'exclusion de la voie maritime, les auteurs ont identifié l'ensemble des espèces fréquentant le plan d'eau et dénombré les captures à toutes les stations. Au cours des années suivantes, des recherches se sont déroulées pour documenter certains aspects particuliers de l'utilisation du plan d'eau par les espèces. Ainsi, des études sectorielles ont été menées pour traiter de l'utilisation de la plaine d'inondation par les espèces frayant au printemps (Verret et Savignac, 1985; Tessier, 1983; Bélanger et Bernard, 1983; Picard et Norman, 1982). Des travaux ayant trait à la localisation des zones de fraie ont également été réalisés (Therrien *et al.*, 1990; Pageau et Tanguay, 1977; Bouchard, 1976; Massé, 1974).

Les populations des principales espèces d'intérêt halieutique du lac Saint-Pierre ont fait l'objet d'études particulières ou ont été traitées dans différents rapports, notamment la Perchaude (Leclerc, 1987; Mailhot *et al.*, 1987; Bélanger *et al.*, 1984), le Grand Brochet (Lamoureux *et al.*, 1988; anonyme, 1987; Hazel et Pomerleau, 1986;

Bélanger *et al.*, 1984), le Doré jaune (Hazel et Pomerleau, 1986), l'Esturgeon jaune (Dumont *et al.*, 1987; Dumont *et al.*, 1986; Cuerrier, 1966). Différents paramètres biologiques, la dynamique de population ou la distribution des espèces, ont été mesurés dans le cadre de travaux très spécifiques, dont les stades de maturité de l'Esturgeon jaune du lac Saint-Pierre (Goyette *et al.*, 1988; Cuerrier, 1945) et la discrimination d'un stock d'anguilles migratrices basée sur la présence d'un contaminant, le mirex (Dutil *et al.*, 1985).

Les connaissances sur la contamination des poissons du lac Saint-Pierre proviennent essentiellement d'études réalisées au cours des cinq dernières années (Environnement Canada, 1990; Langlois et Sloterdijk, 1989 et 1988; Paul et Laliberté, 1988, 1989a et 1989b; Sloterdijk, 1988; Lévesque et Pomerleau, 1986). Ces études avaient pour but de vérifier, dans les chairs de poissons, le respect de normes pour la consommation humaine et de mettre en évidence, à partir de différents tissus ou organes, l'étendue et le degré de contamination du milieu par les substances toxiques, les poissons étant utilisés à titre d'indicateurs de la bio-disponibilité des contaminants. Quelques stations ont également été échantillonnées dans le cadre d'une recherche sur de nouveaux bioindicateurs de la contamination du milieu, soit les poissons juvéniles (Guay et Dandurand, 1986). De portée plus générale, l'évaluation de l'effort de pêche commerciale et sportive a été réalisée sur l'ensemble du plan d'eau (Bernard et Codin-Blumer, 1985; Bernard *et al.*, 1985; David *et al.*, 1985; Bourbeau, 1982 *in* Hazel et Pomerleau, 1986; Bélanger *et al.*, 1984; Roy, 1984; Roy, 1985), à l'exception d'une analyse bio-socio-économique de la pêche d'hiver effectuée dans un secteur (l'Anse du Fort, Notre-Dame-de-Pierreville) représentatif de cette activité au lac Saint-Pierre (Hart *et al.*, 1983).

Trois rapports-synthèses ont été produits dans le cadre de différents travaux ou programmes touchant le lac Saint-Pierre :

a) le plan de gestion faunique (profil) de la ZAC Saint-Pierre (Mailhot *et al.*, 1984);

b) la synthèse des connaissances sur les habitats et la faune de la région du lac Saint-Pierre (Benoît *et al.*, 1987), rapport préparatoire à l'élaboration du Plan de

conservation et de mise en valeur des habitats et de la faune de la région du lac Saint-Pierre (Benoît *et al.*, 1988);

c) le bilan et l'analyse des connaissances sur les ressources ichtyennes et les activités halieutiques dans le lac Saint-Pierre (Hazel et Pomerleau, 1986).

Dans le cadre du PASL, une étude exploratoire visant à caractériser les communautés de poissons du fleuve Saint-Laurent et à vérifier leur utilisation pour décrire l'état de santé des écosystèmes a été entreprise par le Centre Saint-Laurent en 1989 dans quelques sections du fleuve dont le lac Saint-Pierre (Leclerc, 1990). Différents indices écologiques ont été mesurés, un indice d'intégrité biotique a été testé, et plusieurs méthodologies d'évaluation écotoxicologique, comme la mesure d'effets sous-létaux, et d'évaluation pathologique (histologie, ichtyopathologie) ont été appliquées. L'étude offre quelques avenues de recherche à explorer à partir de techniques existantes ou en développement. Quelques données préliminaires sont présentées dans ce bilan.

La majorité des études consultées distingue deux grandes divisions du plan d'eau, soit le secteur des îles, ou archipel du lac Saint-Pierre, et le lac Saint-Pierre proprement dit, c'est-à-dire la portion lacustre située à l'est des îles. Une troisième section correspondant à la partie du couloir fluvial située immédiatement en aval du lac, depuis Pointe-du-Lac jusqu'au pont Laviolette, est associée par certains auteurs au bassin du lac Saint-Pierre; cette section n'est pas considérée dans le présent rapport.

7.2 Communautés

L'ichtyofaune du lac Saint-Pierre peut être comparée aux communautés harmoniques de Percidés de la forêt boréale, région du Bouclier canadien, telles que décrites par Ryder et Kerr (1978). Le tableau 18, tiré de Vallières et Fortin (1988), présente les composantes de base de ces communautés et les espèces associées. Ces communautés possèdent une grande diversité d'espèces associées caractéristique de régions situées plus au sud et auxquelles appartiennent les grands lacs riverains du Saint-Laurent.

Tableau 18 ***Composantes de base des communautés harmoniques de Percidés de la forêt boréale, région du Bouclier canadien***

Composantes de base (lacs modérément transparents 2 à 5 m et dimictiques)	Espèces d'eau froide fréquemment associées	Espèces fréquemment ou occasionnellement associées
Doré jaune*	Touladi	Doré noir
Grand Brochet*	Meunier rouge	Maskinongé
Perchaude*	Épinoche à neuf épines	Ménomini rond
Meunier noir*	Chabot de profondeur	Esturgeon jaune
Lotte		Laquaiche argentée
Grand Corégone		Laquaiche aux yeux d'or
Cisco de lac		*Moxostoma* sp. (2 spp.)
Cyprinidés (0 - 4 spp.)		Marigane noire
Etheostomatinae (0 - 4 spp.)		Crapet de roche
Cottus sp. (0 - 3 spp.)		Malachigan
Omisco		*Ictalurus* sp. (2 spp.)
		Crapet-soleil
		Crapet arlequin

Source : Ryder et Kerr, 1978, dans Vallières et Fortin, 1988.

* Le concept de communauté harmonique ne s'appliquerait pas sans ces espèces.

Incidemment, le lac Saint-Pierre, même avec des indices d'un niveau d'eutrophisation élevé (en terme de productivité biologique et en fonction de critères limnologiques), peut être défini comme un grand lac mésotrophe sur la base des communautés ichtyennes qu'il supporte.

7.2.1 Richesse spécifique. - Le Québec compte 116 espèces de poissons d'eau douce (Legendre et Bergeron, 1989, dans Mailhot, 1989). Les inventaires réalisés au lac Saint-Pierre en 1971 et 1972 (Massé et Mongeau, 1974) ont permis d'identifier 73 espèces de poissons, si on inclut 4 espèces anadromes (Esturgeon noir, Alose savoureuse, Poulamon atlantique, Bar rayé), 2 espèces issues d'ensemencements (Truite arc-en-ciel et Truite brune) et 1 espèce occasionnelle (Omble de fontaine). Benoît *et al.* (1987) mentionnent pour leur part un total de 78 espèces. La liste des espèces, tirée de cette dernière étude, est présentée à l'annexe 4. Vingt-trois familles sont représentées,

et les plus importantes en nombres d'espèces sont les Cyprinidés (20 espèces), les Percidés (9 espèces), les Catostomidés (8 espèces), les Centrarchidés (5 espèces) et les Salmonidés (5 espèces). Une espèce dont aucune mention n'avait été faite jusqu'à présent a été identifiée par Leclerc (1990) au lac Saint-Pierre à l'automne 1989 : il s'agit du Crayon d'argent (*Labidesthes sicculus*). Le Raseux-de-terre (*Etheostoma olmstedi*), espèce que certains auteurs distinguent du Raseux-de-terre noir (*Etheostoma nigrum*), a également été identifié. Le nombre total d'espèces identifiées au lac Saint-Pierre pourrait donc être porté à 79 espèces, et même à 80 espèces, si on accepte la différenciation des deux espèces de Raseux-de-terre (Chapleau, 1980). Cette grande richesse spécifique est attribuable à la dimension et à la diversité des habitats, à la crue printanière, à l'importance de la plaine d'inondation et au fait que le lac est relié au système fluvial. Ce qui permet la circulation des espèces vers leurs sites de reproduction ou d'alimentation et la migration des espèces anadromes (Mailhot *et al.*, 1984). Les deux grandes unités physiographiques, les îles et la portion lacustre du plan d'eau, montrent d'importantes différences de richesse spécifique. Les îles de Berthier-Sorel affichent un nombre de 63 espèces, alors que la partie est du lac comporte 51 espèces (Massé et Mongeau, 1974). Les différences sont interprétées comme reflétant une plus grande variété et richesse des habitats (présence de marais, chenaux, zones d'eaux vives) dans le secteur des îles. Dans une étude sur l'utilisation des communautés ichtyennes pour décrire la qualité des écosystèmes du fleuve Saint-Laurent, Leclerc (1990), à partir de pêches expérimentales intensives effectuées à 4 stations du lac Saint-Pierre (46 espèces capturées au total), trouve également une plus grande richesse spécifique aux stations situées dans les îles en amont du plan d'eau (33 et 34 espèces respectivement, aux stations Saint-Barthélemy et Sorel) par rapport aux stations situées en aval (28 espèces aux stations Nicolet et Yamachiche, tableau 19). Ces différences ont aussi été reliées à une plus grande diversité des habitats dans la partie ouest du lac.

7.2.2 Dominance et abondance. - Les relevés de pêche au filet maillant (708 stations) effectués au début des années 1970 indiquent une forte dominance numérique de la Barbotte brune et de la Perchaude. Elles représentaient respectivement 56 p. 100

Tableau 19 ***Captures effectuées sur quatre sites du lac Saint-Pierre entre septembre et novembre 1989***

	St-Barthélemy		Yamachiche		Nicolet		Sorel	
	Nb	Masse	Nb	Masse	Nb	Masse	Nb	Masse
Lamproie argentée	1	43						
Lamproie marine					1	6		
Esturgeon de lac	15	23 200			6	5 100		
Poisson-castor			1	200			1	1 900
Laquaiche argentée	2	400						
Gaspareau	1	28					1	10
Alose à gésier	6	100					1	16
Grand Corégone					2	2 350		
Grand Brochet	38	34 100	75	75 009	23	14 873	34	34 640
Couette			3	22				
Suceur rouge					4	2 550	2	850
Suceur blanc	2	10	2	2 700	6	6 400	6	155
Suceur jaune	1	1 080						
Meunier noir	19	11 759	34	21 960	17	3 744	25	928
Meunier rouge	2	1 480	2	1 400	36	13 800	1	8
Carpe allemande	13	26 700	9	2 068	5	212	2	1 302
Méné jaune	763	4 200	516	327	156	332	1 329	6 384
Méné émeraude	469	179	20	5	6	5	454	126
Queue à tache noire	164	207	245	562	14	69	198	521
Menton noir	5	5					1	1
Méné paille			249	117			12	5
Méné pâle	14	5	613	361	1	1	5	3
Museau noir	13	11	37	23	174	53	17	7
Méné d'herbe	28	18	184	43	8	2	1 181	498
Méné d'argent	2	6	1	4				
Ventre-pourri	27	14	14	11	10	7	90	35
Barbue de rivière			2	8 200				
Barbotte brune	19	3 861	53	1 640	43	8 458	13	612
Chat-fou brun					1	1		
Lotte					6	4 200	1	1 100
Fondule barré	37	28	264	298	76	32	1 924	1 350
Omisco	1	2	23	97			43	129
Achigan à petite bouche							6	190
Achigan à grande bouche	13	359	2	203			1	40
Crapet-soleil	395	6 589	136	1 590	35	299	247	2 754
Crapet de roche	6	313	3	161	32	4 315	6	627
Marigane noire	4	29					2	190
Doré noir	7	3 500			8	8 400	2	680
Doré jaune	32	13 447	57	71 775	38	11 905	23	5 769
Perchaude	117	5 410	733	17 289	330	13 594	234	8 715
Dard-perche					1	2	2	3
Dard de sable			1	1				
Raseux-de-terre	105	64	20	33	47	47	34	36
Dard à ventre jaune							1	1
Crayon d'argent	4	4						
Raseux-de-terre	115	74	84	108	33	29	28	16
Nombre d'espèces	**33**		**28**		**28**		**34**	
Nb de poissons	**2 440**		**3 383**		**1 119**		**5 927**	
Masse totale (kg)		**137 225**		**206 207**		**100 786**		**69 601**

Source : Leclerc, 1990.

Remarque : Les prises ont été faites à l'aide du filet maillant (10 jours-filets par site), d'un engin de pêche électrique (500 mètres, 2000 secondes par site) et de la seine (10 coups de seine de 16 mètres de jour et 10 coups de nuit par site).

et 25 p. 100 des captures totales effectuées au filet maillant. L'abondance relative des autres espèces était la suivante : le Grand Brochet (4 p. 100), le Meunier noir (4 p. 100) et le Crapet-soleil (3 p. 100). L'ensemble des autres espèces comptait pour moins de 10 p. 100 du total des captures. Massé et Mongeau (1974) soulignaient cependant que l'abondance de certaines espèces pouvait avoir été sous-évaluée, compte tenu des méthodes de pêche utilisées. Hazel et Pomerleau (1986), dans un rapport-synthèse sur les ressources ichtyennes du lac Saint-Pierre, ont compilé les mêmes données. Le tableau 20, adapté de cette étude, résume les rendements obtenus sur la base des deux unités physiographiques considérées dans le présent bilan. Les chenaux des îles de Berthier-Sorel sont dominés par la Barbotte brune (61,3 p. 100 du nombre de poissons par filet par période de 18 heures, 369 filets tendus), la Perchaude (18,2 p. 100), le Crapet-soleil (4,0 p. 100) et le Grand Brochet (3,7 p. 100). L'autre partie du lac (339 filets tendus) montre une dominance des mêmes deux espèces dans des proportions respectives de 51,1 p. 100 et 31,5 p. 100, le Meunier noir occupant le troisième rang des captures au filet (5,5 p. 100), avant le Grand Brochet (4,4 p. 100). Les dominances s'expriment de façon semblable si on compare l'abondance relative des espèces dans les îles de Berthier et les îles de Sorel (rive nord et rive sud). Dans la partie aval du lac, quelques différences inter-rives sont observées notamment au niveau d'une moins nette dominance de la Barbotte brune sur la rive nord et une plus forte représentation du Meunier noir dans les captures effectuées en rive nord et du Doré jaune en rive sud. En 1989, Leclerc (1990) trouve une dominance de la Perchaude dans les captures au filet maillant à trois des quatre stations échantillonnées, dans des relevés effectués à l'automne (tableau 21). L'abondance de la Barbotte brune, presqu'absente des relevés, a pu être sous-estimée, compte tenu de la période d'échantillonnage. La comparaison des rendements de pêche au filet maillant obtenus par Massé et Mongeau (1974) dans les différentes parties du lac montrent une plus forte abondance de poissons dans les îles de Berthier (36,31 poissons/filet/18 h) que dans les îles de Sorel (23,74). Un rapport inverse est observé dans la partie aval du lac où la rive sud procure un meilleur rendement que la rive nord (respectivement 28,41 et 17,38 poissons/filet/18 h). Les différences sont expliquées par une plus grande variété d'habitats dans le complexe d'îles,

Tableau 20 ***Rendement de la pêche au filet, exprimé en nombre de poissons par filet par période de 18 heures de pêche, et abondance relative des principales espèces de poissons de la région du lac Saint-Pierre***

	Chenaux des îles			Partie aval du lac Saint-Pierre			Ensemble du lac Saint-Pierre		
Espèces	Sorel	Berthier	%	Rive sud	Rive nord	%	Rive sud	Rive nord	%
Doré jaune	0,27	0,51	1,3	0,73	0,19	2,0	0,54	0,38	1,6
Doré noir	0,11	0,10	0,2	0,08	0,12	0,5	0,09	0,11	0,4
Grand Brochet	1,31	1,13	3,7	1,29	0,63	4,4	1,30	0,93	3,9
Perchaude	4,79	6,38	18,2	8,99	5,16	31,5	7,23	5,88	23,2
Crapet-soleil	0,93	1,48	4,0	0,16	0,57	1,7	0,48	1,11	3,1
Crapet de roche	0,21	0,58	1,4	0,18	0,01	0,4	0,19	0,35	1,0
Barbotte brune	14,58	22,27	61,3	16,0	7,19	51,1	15,41	16,12	57,1
Meunier noir	0,29	0,80	2,0	0,29	2,18	5,5	0,29	1,36	3,3
Meunier rouge	0,16	0,89	2,0	0,09	0,22	0,7	0,12	0,62	1,5
Esturgeon jaune	0,38	1,10	2,7	0,27	0,19	1,0	0,32	0,72	2,0
Autres	0,71	1,07	3,0	0,33	0,92	1,2	0,49	1,01	2,9
Total	**23,74**	**36,31**	–	**28,41**	**17,38**	–	**26,44**	**28,59**	–
Nombres de filets tendus	122	247		169	170		291	417	
Nombres d'espèces		**63**			**51**			**64**	

Tableau 21 ***Espèces dominantes en nombre (plus de 10 p. 100 de l'effectif) par engin (pêche électrique, filets maillants, seine) et par site au lac Saint-Pierre en 1989***

	Saint-Barthélémy	Yamachiche	Nicolet	Sorel
Seine	Méné émeraude Méné jaune Crapet-soleil	Méné pâle Méné jaune Méné paille Queue à tache noire	Museau noir Méné jaune Fondule barré	Fondule barré Méné d'herbe Méné jaune
Filets	Perchaude Méné jaune Doré jaune	Perchaude Doré jaune Grand Brochet	Perchaude Doré jaune Meunier noir Crapet de roche	Méné jaune Perchaude
Pêche électrique	Méné jaune Crapet-soleil	Perchaude Crapet-soleil	Perchaude	Méné jaune Perchaude Crapet-soleil

Source : Leclerc, 1990.

l'archipel de Berthier étant plus vaste et plus diversifié que celui de Sorel. De plus, les différences seraient expliquées par un plus fort brassage de l'eau causé par le déferlement des vagues créées par le passage des bateaux de fort tonnage qui empruntent la voie maritime.

Les effets de la navigation maritime sur la répartition des poissons et leur abondance relative ont été étudiés par Massé et Mongeau (1976), qui ont constaté l'altération des herbiers et une moins grande abondance de poissons sur les littoraux exposés aux vagues de bateaux. Ainsi, un plus fort batillage a été observé en rive sud, au niveau de l'archipel de Sorel, où la voie maritime emprunte un couloir situé plus au sud, alors qu'au sortir des îles, la rive nord serait plus affectée par les vagues, le chenal de navigation s'inclinant au nord. Par ailleurs, dans la partie aval du lac, les herbiers aquatiques de la rive sud couvrent une plus grande superficie qu'en rive nord (2693 ha contre 1598 ha) (Benoît *et al.*, 1987).

7.2.3 Répartition spatiale. - Afin de dégager un portrait de la répartition des espèces dans le plan d'eau, Massé et Mongeau (1974) ont cumulé les captures effectuées au filet maillant et à la seine (1136 stations). Les résultats indiquent que la Perchaude et le Méné jaune, suivis par la Barbotte brune et le Grand Brochet, étaient les espèces les mieux réparties dans les chenaux des îles de Berthier et de Sorel (663 stations). Dans la partie aval du lac (473 stations), le Méné jaune est l'espèce la mieux répartie, suivie par la Perchaude, puis par la Barbotte brune, le Méné d'argent et le Méné d'herbe. Le Grand Brochet vient au sixième rang (tableau 22). Des cartes de répartition géographique de chacune des 92 espèces de poissons rencontrées dans le sud du Québec (Mongeau *et al.*, 1974) ont été dressées à partir d'inventaires ichtyologiques effectués de 1963 à 1972. Le territoire couvert par cette cartographie, qui englobe le lac Saint-Pierre et ses tributaires, s'étend depuis l'amont des lacs Saint-François et des Deux-Montagnes jusqu'aux environs de Trois-Rivières.

7.2.4 Composition trophique. - La structure des communautés a été caractérisée par Hazel et Pomerleau (1986) par le biais des proportions relatives des groupes trophiques et principalement celui des grands prédateurs (indice de Bonar) (Bonar, 1977).

Les auteurs ont estimé à 28 p. 100 la proportion de poissons prédateurs sur l'ensemble de la biomasse récoltée à la pêche commerciale et sportive, soit une proportion restante de 72 p. 100 de la biomasse composée d'espèces n'appartenant pas au groupe des grands prédateurs comme les dorés, le Grand Brochet, l'Anguille d'Amérique, l'Achigan à grande bouche et la Lotte. Les espèces non prédatrices sont représentées par la Perchaude, le Crapet-soleil, le Crapet de roche, la Marigane noire, la Barbotte brune, la Barbue de rivière et l'Esturgeon jaune. Une proportion restante de 0,3 p. 100 est représentée par des espèces ne présentant pas d'intérêt économique important, soit les meuniers, les suceurs et la Carpe. Ces proportions sont considérées comme le reflet d'une communauté «équilibrée».

En 1989, Leclerc (1990) a étudié l'abondance relative des différents groupes trophiques, en nombre et en biomasse, dans des relevés effectués au filet maillant, à la

Tableau 22 ***Proportion et indice de fréquence* des espèces de poissons les plus abondantes et les mieux réparties rencontrées dans les chenaux des îles de Sorel et de Berthier durant l'été 1971 et dans le lac Saint-Pierre durant l'été 1972***

Chenaux des îles de Sorel et de Berthier, été 1971				Lac Saint-Pierre, été 1972			
Les dix espèces les plus abondantes**	%	Les dix espèces les mieux réparties***	Fréquence	Les dix espèces les plus abondantes**	%	Les dix espèces les mieux réparties***	Fréquence
Ictalurus nebolosus	61,3	*Perca flavescens*	0,722	*Ictalurus nebulosus*	51,1	*Notemigonus crysoleucas*	0,992
Perca flavescens	18,2	*Notemigonus crysaleucas*	0,721	*Perca flavescens*	31,5	*Perca flavescens*	0,674
Lepomis gibbosus	4,0	*Ictalurus nebulosus*	0,574	*Catostomus commersoni*	5,5	*Ictalurus nebulosus*	0,581
Esox lucius	3,7	*Esox lucius*	0,527	*Esox lucius*	4,4	*Hybognathus nucchalis*	0,522
Acipenser fulvescens	2,7	*Etheostoma nigrum*	0,510	*Stizostedion vitreum*	2,0	*Notropis bifrenatus*	0,485
Catostomus catostomus	2,0	*Notropis bifrenatus*	0,486	*Lepomis gibbosus*	1,7	*Esox lucius*	0,458
Catostomus commersoni	2,0	*Lepomis gibbosus*	0,473	*Acipenser fulvescens*	1,0	*Notropis hudsonius*	0,440
Ambloplites rupestris	1,4	*Catostomus commersoni*	0,417	*Catostomus catostomus*	0,7	*Fundulus diaphanus*	0,402
Stizostedion vitreum	1,3	*Notropis hudsonius*	0,387	*Stizostedion canadense*	0,5	*Catostomus commersoni*	0,334
Alosa pseudoharengus	1,0	*Notropis atherinoides*	0,380	*Ambloplites rupestris*	0,4	*Lepomis gibbosus*	0,291

Source : Massé et Mongeau, 1974.

* Interprétation de l'indice de fréquence. Premier exemple : en multipliant par 100 l'indice de fréquence (0,722) de *Perca flavescens*, nous trouvons que ce poisson était présent dans 72,2 p. 100 des 663 stations de pêches au filet et à la seine établies dans les îles de Sorel et de Berthier. Second exemple : en multipliant par 100 l'indice de fréquence (0,992) de *Notemigonus crysoleucas*, nous trouvons que ce poisson était présent dans 99,2 p. 100 des 137 stations de pêche à la seine établies dans le lac Saint-Pierre.

** D'après les captures au filet seulement.

*** D'après les captures au filet et(ou) à la seine.

pêche électrique et à la seine (effort total). Les piscivores constituaient 3,24 p. 100 du nombre de captures et 57,6 p. 100 de la biomasse. Les Cyprinidés insectivores comptaient pour 31,95 p. 100 des captures et 0,55 p. 100 de la biomasse, les omnivores, pour 23,04 p. 100 et 13,6 p. 100 respectivement, et les autres groupes, pour 41,77 p. 100 et 28,3 p. 100. Aucune donnée n'est disponible dans la littérature pour comparer les pourcentages obtenus, mais un traitement des données historiques (données de Massé et Mongeau, 1974, au niveau des abondances) serait d'un grand intérêt. Les résultats obtenus par Leclerc (1990) ont permis de mettre en lumière un besoin de données supplémentaires sur la position trophique de plusieurs espèces, particulièrement dans le contexte du fleuve Saint-Laurent. Ces données sont nécessaires à l'évaluation de différents indices de communauté ou d'intégrité (voir section 7.8.1).

7.3 État des populations

Hazel et Pomerleau (1986) ont examiné la situation des principales espèces de poissons du lac Saint-Pierre et particulièrement celles faisant ou pouvant faire l'objet d'une exploitation sportive et commerciale. Ces auteurs ont fait appel à des indices basés sur la distribution des tailles dans les populations pour diagnostiquer un état d'équilibre entre la capacité de support d'une population et un niveau de récolte satisfaisant (Swingle, 1950). Le tableau 23, tiré de cette étude, résume les données. Les auteurs concluent, à la lumière des résultats, que chez les espèces peu commercialisées ou exploitées, comme la Lotte, la Carpe, le Poisson-castor et la Barbue de rivière, le PSD (*proportional stock density*, Anderson et Weithman, 1978) est élevé, alors qu'une proportion plus élevée d'individus appartiennent aux tailles "qualité" et "préférée" (RSD-Q et RSD-P, Gabelhouse, 1984). La définition des indices, tirée de Lamoureux *et al.* (1988) est présentée à l'annexe 5. Les espèces recherchées comme la Perchaude et le Grand Brochet affichent un PSD relativement plus faible, tandis que la Barbotte brune maintient un PSD relativement élevé. La Perchaude est d'ailleurs considérée comme très fortement exploitée dans l'ensemble du lac Saint-Pierre, et certains auteurs n'hésitent pas à considérer que la structure d'âge de l'espèce montre des signes de fragilité (Mailhot *et al.*, 1987; Hazel et Pomerleau, 1986). Plusieurs des espèces qui présentent

Tableau 23 ***Données biométriques et valeurs du PSD et du RSD des différentes espèces de poissons du lac Saint-Pierre capturés au verveux en 1983, à la ligne à l'hiver 1983 et à l'été 1985***

Espèces	N	LT (extr.)	M (extr.)	PSD	RSD-Q	RSD-P	RSD-M	RSD-T
Pêche commerciale au verveux, 1983*								
Doré jaune	267	375 (152-720)	577 (27-3650)	45,8	36,8	8,2	0,8	0,0
Doré noir	43	394 (270-633)	629 (133-2500)	90,7	37,2	44,1	6,9	2,3
Grand Brochet	1322	433 (237-860)	520 (72-5000)	20,0	19,1	0,9	0,09	0,0
Brochet d'Amérique	--							
Achigan p. bouche	--							
Achigan g. bouche	--							
Perchaude	8370	179 (104-318)	86 (16-530)	23,4	20,7	2,6	0,07	0,0
Crapet-soleil	5630	136 (72-315)	74 (10-320)	33,5	30,2	3,2	0,02	0,02
Crapet de roche	642	157 (87-254)	97 (14-450)	19,7	18,7	1,0	0,0	0,0
Marigane noire	71	172 (42-273)	89 (14-375)	28,8	27,1	1,7	0,0	0,0
Bar-perche	--			--				
Barbotte brune	5568	220 (115-380)	165 (16-735)	76,3	45,2	27,4	3,7	0,02
Barbue de rivière	309	426 (188-740)	897 (59-5020)	75,8	73,1	1,9	0,8	0,0
Lotte	267	426 (218-595)	565 (83-1430)	80,8	69,9	10,5	0,4	0,0
Poisson-castor	570	420 (157-850)	1013 (37-4620)	55,7	7,9	26,0	19,5	2,3
Suceurs	64	429 (173-604)	1039 (50-2990)	--				
Meunier noir	874	444 (186-547)	1070 (72-1990)	--				
Meunier rouge	--							
Carpe	92	303 (103-850)	1281 (1650-6000)	75,8	18,2	27,3	30,3	0,0
Esturgeon jaune	--			--				
Anguille d'Amérique	748	759 (439-1090)	978 (200-2580)	--				
Alose savoureuse	--			--				
Grand Corégone	--			--				
Laquaiche argentée	--			--				
Pêche en eau libre, 1985**								
Doré jaune	878 [a]	374 (195-770)	530 (45-5000)	39,4(46,2)[d]	34,8(39,9)	3,3(4,5)	0,8(1,5)	0,5(0,3)
Doré noir	56 [a]	334 (241-541)	360 (110-1500)	66,0(75,3)	44,6(44,7)	19,6(25,9)	1,8(4,7)	0,0(0,0)
Grand Brochet	186 [a]	492 (267-795)	769 (86-3250)	33,7(35,4)	28,7(29,8)	5,0(5,6)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
Brochet d'Amérique								
Achigan p. bouche	12	288 (215-430)	424 (140-1270)					
Achigan g. bouche	7	266 (160-391)	363 (15-940)					
Perchaude	608	195 (122-320)	74[b] (19-480)	40,2	32,1	7,7	0,4	0,0
Crapet-soleil	112	178 (129-238)	139 (50-280)					
Crapet de roche	17	189 (97-270)	176 (19-485)					
Marigane noire	3	285 (277-297)	359 (288-410)					

Tableau 23 (suite)

Espèces	N	LT (extr.)	M (extr.)	PSD	RSD-Q	RSD-P	RSD-M	RSD-T
Bar-perche	4	200 (178-235)	119 (79-183)					
Barbotte brune	507	201 (129-376)	166[c] (29-750)	41,8	20,8	13,4	7,6	0,0
Barbue de rivière	24 *	379 (220-68)	703 (110-2820)					
Lotte	5	371 (310-425)	392 (242-620)Barbotte brune					
Poisson-castor								
Suceurs	2	229 (216-242)	190 (160-220)					
Meunier noir								
Meunier rouge	1	336	410					
Carpe	1 *	820	10 000					
Esturgeon jaune								
Anguille d'Amérique	6	724 (540-797)	811 (220-1200)					
Alose savoureuse								
Grand Corégone								
Laquaiche argentée	12 *	318 (241-349)	330 (185-400)					
Pêche blanche (Anse du Fort), 1983* **								
Doré jaune	3							
Doré noir								
Grand Brochet	1317	495 (260-840)		38,2	34,0	4,2	0,0	0,0
Brochet d'Amérique								
Achigan p. bouche								
Achigan g. bouche								
Perchaude	5851	181 (110-285)		30,0	25,9	3,9	0,2	0,0
Crapet-soleil								
Crapet de roche								
Marigane noire								
Bar-perche								
Barbotte brune	45							
Barbue de rivière								
Lotte	367	461 (320-660)		93,4	63,4	24,0	6,0	0,0
Poisson-castor								
Suceurs								
Meunier noir								
Meunier rouge								
Carpe								
Esturgeon jaune								
Anguille d'Amérique								
Alose savoureuse								
Grand Corégone								
Laquaiche argentée								

Tableau 23 (suite)

Espèces	N	LT (extr.)	M (extr.)	PSD	RSD-Q	RSD-P	RSD-M	RSD-T
Tournoi, 1985**								
Doré jaune	45	445 (209-690)	971 (63-3912)					
Doré noir	15	409 (220-530)	557 (70-1332)					
Grand Brochet	59	561 (280-736)	1082 (152-2353)					
Brochet d'Amérique								
Achigan p. bouche	20	315 (212-446)	557 (140-1417)					
Achigan g. bouche	6	336 (160-402)	819 (66-1205)					
Perchaude	50	220 (117-303)	176 (40-391)					
Crapet-soleil	55	179 (138-220)	158 (64-286)					
Crapet de roche	18	206 (157-255)	193 (89-374)					
Marigane noire	1	260	261					
Bar-perche	6	229 (195-265)	198 (110-285)					
Barbotte brune	22	258 (176-336)	283 (56-539)					
Barbue de rivière	4	282 (241-335)	197 (108-366)					
Lotte								
Poisson-castor	4	655 (608-692)	3037 (2424-3430)					
Suceurs	4	364 (336-389)	556 (454-680)					
Meunier noir	1	350	322					
Meunier rouge								
Carpe								
Esturgeon jaune	7	778 (621-1020)	2971 (1261-6521)					
Anguille d'Amérique	5	798 (645-984)	1403 (907-2055)					
Alose savoureuse								
Grand Corégone								
Laquaiche argentée	27	299 (221-387)	277 (61-737)					

Source : Hazel et Pomerleau, 1986.

Légende : N, effectif; LT, longueur totale moyenne en mm; M, masse moyenne en g; (extr), extrême; PSD, "proportional stock density" selon Anderson (1980) et Anderson et Weithman (1978); RSD, "relative stock density" des poissons de taille qualité (Q), préférée (P), mémorable (M) et trophée (T) selon Gabelhouse (1984).

* Bernard et Codin Blumer, 1985. ** Enquête sur le terrain en cours. *** Hart *et al.*, 1983.

a En date du 31 août 1985.
b Masse moyenne de 10 629 Perchaudes; celle des poissons mesurés, 106 g.
c Masse moyenne de 1082 Barbottes brunes; celle des poissons mesurés, 143 g.
d Les valeurs des indices qui sont entre parenthèses ont été calculées d'après les captures de 1147 Dorés jaunes (Lt = 385 mm; M = 587 g), de 85 Dorés noirs (Lt = 356 mm; M = 452 g) et de 203 Grands Brochets (LT = 498 mm; M = 793 g) de l'ouverture de la pêche jusqu'à la fin octobre.

un intérêt économique important ont fait l'objet de séries de mesures, souvent de façon ponctuelle, pour caractériser leurs populations et tenter de dégager dans certains cas des tendances quant au succès de leur exploitation.

Une population animale, composante structurée participant à la stabilité de l'écosystème, peut être caractérisée de plusieurs façons : comme unité démographique, génétique, écologique ou évolutive. Les paramètres mesurés s'inscrivent pour une large part dans la caractérisation d'unités démographiques, puisque les études étaient principalement orientées vers la caractérisation et l'examen de l'état des stocks.

Deux séries d'études, à notre connaissance, se sont attardées à développer les paramètres d'une population vue comme unité génétique; il s'agit d'études sur l'Esturgeon jaune, dont un des objectifs était la caractérisation des paramètres des différents groupements du fleuve Saint-Laurent afin d'en distinguer les stocks (Fortin *et al.*, 1989; Léveillé et Mailhot, 1989; Dumont *et al.*, 1987; Desjardins, 1985) et sur l'Alose savoureuse, par comparaison des phénotypes morphologiques et des paramètres biologiques (Provost, 1987; Provost *et al.*, 1984).

Parmi les principaux paramètres de population connus des espèces, on note l'abondance, la taille, l'âge, la croissance, la fécondité et la mortalité. Un court texte résume, pour chacune des principales espèces, le bilan des connaissances en fonction de ces paramètres et les différentes sources de données.

7.3.1 Barbotte brune

ABONDANCE. - La Barbotte brune est sans aucun doute très abondante au lac Saint-Pierre. Les rendements obtenus à la pêche commerciale en témoignent (201 t annuellement). Pour juger de cette abondance, soulignons le succès de la pêche au verveux qui atteignait 4,4 kg/sem. par verveux en 1983, ou un rendement annuel des deux types de pêche combinés de 6,6 kg/ha, ce qui représente plus de 30 p. 100 du rendement total du lac (20,7 kg/ha) (Roy, 1985, dans Hazel et Pomerleau, 1986).

TAILLE. - Les valeurs des indices PSD et RSD pour la Barbotte brune indiquent que la population est équilibrée (tableau 23).

CROISSANCE. - Il existe une différence de croissance selon le sexe des individus; les mâles ayant un taux de croissance supérieur à celui des femelles. L'ensemble de la population du lac Saint-Pierre montre une croissance supérieure à la moyenne canadienne. Millette (1978) explique ce fait par une plus faible compétition alimentaire résultant de l'exploitation commerciale qui en réduisant la taille de la population de barbottes augmente proportionnellement la quantité de ressources disponibles pour les individus ayant échappé aux engins de pêche.

FÉCONDITÉ. - La fécondité des femelles, de 185 à 335 mm, a été étudiée par Millette (1978). Une femelle peut produire de 229 à 6001 oeufs. La comparaison avec des femelles d'autres plans d'eau du Québec (rivières aux Pins, des Outaouais, du Nord) montre que les femelles du lac Saint-Pierre sont moins fécondes et atteignent leur maturité sexuelle beaucoup plus tardivement.

MORTALITÉ. - Aucune donnée n'est disponible pour ce paramètre.

7.3.2 Perchaude

ABONDANCE. - Mailhot *et al.* (1987) estiment que le succès de pêche ne peut être considéré comme un indicateur fiable de l'abondance de la Perchaude dans le milieu, étant donné la trop grande variabilité observée dans l'évaluation de ce paramètre lors des enquêtes de terrain. À ce titre, la comparaison des succès de pêche du lac Saint-Pierre avec ceux d'autres plans d'eau est peu significative.

TAILLE. - De petite taille, les perchaudes du lac Saint-Pierre provenant de la pêche commerciale en 1986 auraient une longueur moyenne inférieure à celle mesurée à la fin des années 1970 (annexe 6). De la même façon, les proportions calculées dans les indices PSD et RSD montrent des perchaudes de taille "Qualité" et "Préférée" moins abondantes (tableau 23). En comparaison de la taille des perchaudes mesurée dans les plans d'eau de la région de Montréal, celle des perchaudes du lac Saint-Pierre, capturées à la pêche sportive, est inférieure.

ÂGE. - En 1986, 80 p. 100 des perchaudes capturées à la pêche commerciale étaient âgées de trois ans (mâles et femelles), et seulement 5 p. 100 étaient âgées de cinq ans et plus, alors que l'âge moyen des géniteurs s'établissait à 3,2 ans.

Selon l'indice *t* d'Abrosov, qui est évalué à 0,2 et 0,3 pour deux secteurs du lac Saint--Pierre, la majorité des perchaudes du lac Saint-Pierre capturées par les pêcheurs commerciaux n'aurait pas la possibilité de se reproduire avant d'être pêchée.

t = Âge moyen des femelles dans les captures commerciales - Âge à la maturité sexuelle

t = (3,2 ans) - (3,0)

CROISSANCE. - En contrepartie de la diminution des tailles moyennes, les perchaudes du lac Saint-Pierre affichent une croissance très forte, sinon maximale. Alliée aux autres paramètres, cette croissance très forte est caractéristique d'une population qui compense par une forte productivité ses importantes pertes d'effectifs.

FÉCONDITÉ. - La fécondité absolue des perchaudes du lac Saint-Pierre est estimée entre 109 954 et 110 709 oeufs/kg. Cette fécondité est comparable à celles qu'il est possible d'observer chez les autres populations de perchaudes des Grands Lacs. Par ailleurs, la fécondité des perchaudes du lac Saint-Pierre varie selon la situation géographique; les perchaudes échantillonnées à Baieville semblent plus fécondes que celles provenants du secteur de la baie Saint-François. Trois causes sont envisagées pour expliquer cette différence: a) le lac Saint-Pierre abrite différentes populations de perchaudes; b) l'accroissement de la fécondité serait une réponse des populations à une augmentation de la mortalité larvaire due à des conditions environnementales défavorables; c) la fécondité varierait en fonction de la capacité de support du milieu, une plus forte fécondité reflétant une plus grande capacité de support (Leclerc, 1987).

MORTALITÉ. - L'importance des classes d'âges variant beaucoup d'une année à l'autre, la mortalité annuelle totale peut difficilement être estimée; toutefois, elle doit être très forte puisque seulement 5 p. 100 des perchaudes atteignent l'âge de cinq ans. Maillot *et al.* (1987) ont estimé le taux de mortalité à environ 80 p. 100 (âges de trois à cinq ans pour les mâles et de trois à six ans pour les femelles).

7.3.3 Grand Brochet

ABONDANCE. - Lamoureux *et al.* (1988) révèlent que les données de prises par unité d'effort obtenues à partir de pêches expérimentales effectuées au début des années 1970 et en 1985 indiquent une abondance relative similaire du Grand Brochet. L'absence de séries de données échelonnées dans le temps ne permet pas cependant d'identifier de véritables tendances dans l'abondance absolue des populations.

TAILLE. - Les limites supérieures des tailles et les valeurs moyennes mesurées au lac Saint-Pierre lors de diverses campagnes d'échantillonnage sont généralement inférieures à celles mesurées dans la région de Montréal, à partir de captures de pêche sportive (annexe 7).

ÂGE. - L'âge moyen des géniteurs, selon les captures au verveux des pêcheurs commerciaux dans la région de Nicolet au printemps 1984 est de 2,5 ans (n = 278) et s'établit à 2,5 ans pour les mâles, et à 2,7 ans pour les femelles (Lamoureux *et al.*, 1988). Une répartition des adultes par groupes d'âge (sexes combinés) a aussi été faite (annexe 8).

CROISSANCE. - La croissance des Grands Brochets du lac Saint-Pierre serait comparable à celle observée dans la région de Montréal (Massé *et al.*, 1988) et du Haut-Richelieu (Fournier, 1980).

FÉCONDITÉ. - Aucune donnée n'est disponible pour ce paramètre.

MORTALITÉ. - Une abondance réduite d'individus de grande taille, résultant d'une mortalité élevée, a été diagnostiquée. La part de la mortalité totale liée à des facteurs environnementaux est inconnue (Lamoureux *et al.*, 1988).

7.3.4 Doré jaune

ABONDANCE. - Un succès de pêche horaire de 0,23 doré/h a été estimé à partir d'une enquête téléphonique réalisée en 1984, ce qui est inférieur, selon Hazel et Pomerleau (1986), à la valeur-guide de 0,3 doré/h de pêche multispécifique pour les bons lacs à dorés (Colby *et al.*, 1978), mais comparable à celui mentionné par Hazel et Fortin (1985) pour 252 lacs à dorés du Québec.

TAILLE. - La taille moyenne des Dorés jaunes, capturés à la pêche sportive en 1985 et au verveux par les pêcheurs commerciaux en 1983 (rejets), est de 374 mm, pour une masse moyenne de 541 g (n = 1145 poissons). Les intervalles de tailles des captures à la pêche sportive variaient de 195 à 770 mm, et ceux des captures à la pêche commerciale de 152 à 720 mm. Les valeurs de l'indice PSD du Doré jaune capturé sportivement et commercialement au lac Saint-Pierre s'établissaient respectivement à 39,4 p. 100 et 45,8 p. 100 et sont comprises entre les valeurs critiques de 30 et 60 p. 100 déterminées pour les populations équilibrées de poissons d'eau douce (Anderson et Wheitman, 1978).

ÂGE. - Aucune donnée n'est disponible pour ce paramètre.

CROISSANCE. - Aucune donnée n'est disponible pour ce paramètre.

FÉCONDITÉ. - Aucune donnée n'est disponible pour ce paramètre.

MORTALITÉ. - Aucune donnée n'est disponible pour ce paramètre.

7.3.5 Esturgeon jaune

ABONDANCE. - Le succès de pêche quotidien au filet maillant était de l'ordre de 28 kg/100 m de filet au lac Saint-Pierre en 1983-1984, une valeur intermédiaire entre celle mesurée au lac Saint-Louis (37 kg/100 m) et de 4 kg/100 m mesurée au lac Saint-François. En se basant sur les déclaration des pêcheurs commerciaux, le rendement annuel de 1,4 à 1,6 kg/ha, qualifié de très élevé, a été enregistré en 1983-1984, pour une biomasse totale de 49 t. Cette dernière serait passée à 89 t en 1986 (Dumont *et al.*, 1987) pour s'accroître à plus de 150 t ces dernières années (Y. Mailhot, MLCP, Direction régionale de la Mauricie et des Bois-Francs, comm. pers.).

TAILLE. - La taille moyenne des Esturgeons jaunes récoltés par les pêcheurs commerciaux du lac Saint-Pierre était de 992,8 mm en 1984 (894 mm dans l'archipel de Berthier-Sorel), et la contribution des individus de petite taille y était plus élevée que dans les autres plans d'eau du couloir fluvial, particulièrement dans les îles (Dumont *et al.*, 1987). Ces différences ont été associées à un plus fort taux de mortalité totale au lac Saint-Pierre.

ÂGE. - Les données sur l'âge moyen des Esturgeons jaunes du lac Saint-Pierre ont été traitées de façon indirecte et en fonction de l'âge à la maturité sexuelle (Goyette *et al.*, 1988). Selon ces données, l'âge à la maturité des esturgeons du lac Saint-Pierre est plus faible qu'au lac Saint-Louis (25 ans contre 27 ans, pour les femelles). Ces différences seraient attribuables aux méthodes d'échantillonnage; les données sur les esturgeon du lac Saint-Pierre proviennent de captures commerciales.

CROISSANCE. - La maturation des esturgeons du lac Saint-Pierre est rapide, comme dans tout le couloir fluvial, mais leur croissance en longueur et en poids est plus faible au lac Saint-Pierre (Fortin *et al.*, 1989).

FÉCONDITÉ. - Le nombre moyen d'oeufs par gramme est de 55. Chez les spécimens capturés par Cuerrier (1966), cela se traduit par 181 720 à 485 500 oeufs par femelle. Il existe une relation positive entre le poids et(ou) l'âge de la femelle et le nombres d'oeufs. La durée moyenne de l'intervalle entre deux frais est de 9,4 à 9,7 années (Goyette *et al.*, 1987). Le frai a généralement lieu à la fin mai, lorsque la température de l'eau est de 13 à 14 ° C (56 à 58 ° F).

MORTALITÉ. - Le taux de mortalité totale des Esturgeons jaunes du lac Saint-Pierre est plus élevé que dans le reste du couloir fluvial, et ce taux s'est particulièrement accru dans les îles de Berthier-Sorel, où il est passé de 25,5 p. 100 à 32,7 p. 100 entre 1945 et 1984 (Dumont *et al.*, 1987). L'espèce est considérée surexploitée au lac Saint-Pierre, mais les taux élevés de mortalité sont cependant aussi attribués à des facteurs environnementaux comme la toxicité du milieu, puisque ces taux résultent d'effets antérieurs à l'augmentation récente de l'exploitation commerciale (étant donné la longévité de l'espèce et la seule contribution des individus âgés de 16 à 27 ans à l'estimation du taux de mortalité totale, méthode de la courbe des captures [Ricker, 1980]).

7.3.6 Autres espèces

Il existe très peu de données sur les paramètres de population des autres espèces. Hazel et Pomerleau (1986) ont examiné le statut de population des Dorés noirs du lac Saint-Pierre à partir des paramètres de taille (longueur et masse). Cette

espèce est beaucoup moins abondante que le Doré jaune, et sa population est considérée comme équilibrée au même titre que celle du Doré jaune. La biologie et la dynamique de population de cette espèce (et du Doré jaune) n'ont pas fait l'objet d'études particulières au lac Saint- Pierre.

Bernard et Codin-Blumer (1985) ont effectué des mesures méristiques sur 15 espèces de poissons du lac Saint-Pierre récoltés à la pêche commerciale (verveux) en 1983. Les crapets, la Barbue de rivière, la Lotte, le Poisson-castor, les suceurs, le Meunier noir, la Carpe et l'Anguille d'Amérique ont été mesurés et pesés. L'information a été traitée et synthétisée par Hazel et Pomerleau (1986) (tableau 23).

7.4 Exploitation

Une récolte totale de plus de 752,5 t de poissons est prélevée annuellement au lac Saint-Pierre, dans une proportion de 32 p. 100 par les pêcheurs sportifs et de 68 p. 100 par les pêcheurs commerciaux. Cette récolte, répartie sur une superficie totale du lac de 36 300 hectares, procure un rendement piscicole annuel de 20,73 kg de poissons par hectare par année. Il s'agit d'un rendement sensiblement inférieur à celui des plans d'eau de la région de Montréal lorsque les rendements sont comparés sur une base régionale (Mauricie : 35 kg/ha; Montréal : 39 kg/ha) (Mailhot, 1989).

7.4.1 Pêche récréative. - Plusieurs enquêtes récentes sur la pêche récréative au lac Saint-Pierre ont permis de tracer le portrait de la récolte et de l'effort de pêche (Hazel et Pomerleau, 1986; Bernard *et al.*, 1985; David *et al.*, 1985; Hart *et al.*, 1983). Les principales espèces capturées, la Perchaude, les dorés, la Barbotte brune, les crapets et le Grand Brochet, procurent à plus de 24 000 pêcheurs sportifs une moyenne de 16 jours d'activité chacun. Près de 70 p. 100 des pêcheurs proviennent des municipalités de la région, et 30 p. 100 de l'extérieur. Les espèces recherchées sont, par ordre de préférence : les dorés (dans une proportion de 43 p. 100 des répondants à une enquête téléphonique), la Perchaude (32 p. 100), la Barbotte brune (3 p. 100) et le Grand Brochet (11 p. 100)(MLCP, 1987). La pêche en eau libre (en embarcation) est le mode de pêche le plus populaire (84,1 p. 100 des répondants), suivie par la pêche à

gué (12,3 p. 100) et la pêche sur les quais (3,6 p. 100). La figure 13 localise les principaux sites de pêche récréative. Les données sur l'exploitation sportive des poissons du lac Saint-Pierre sont synthétisées au tableau 24.

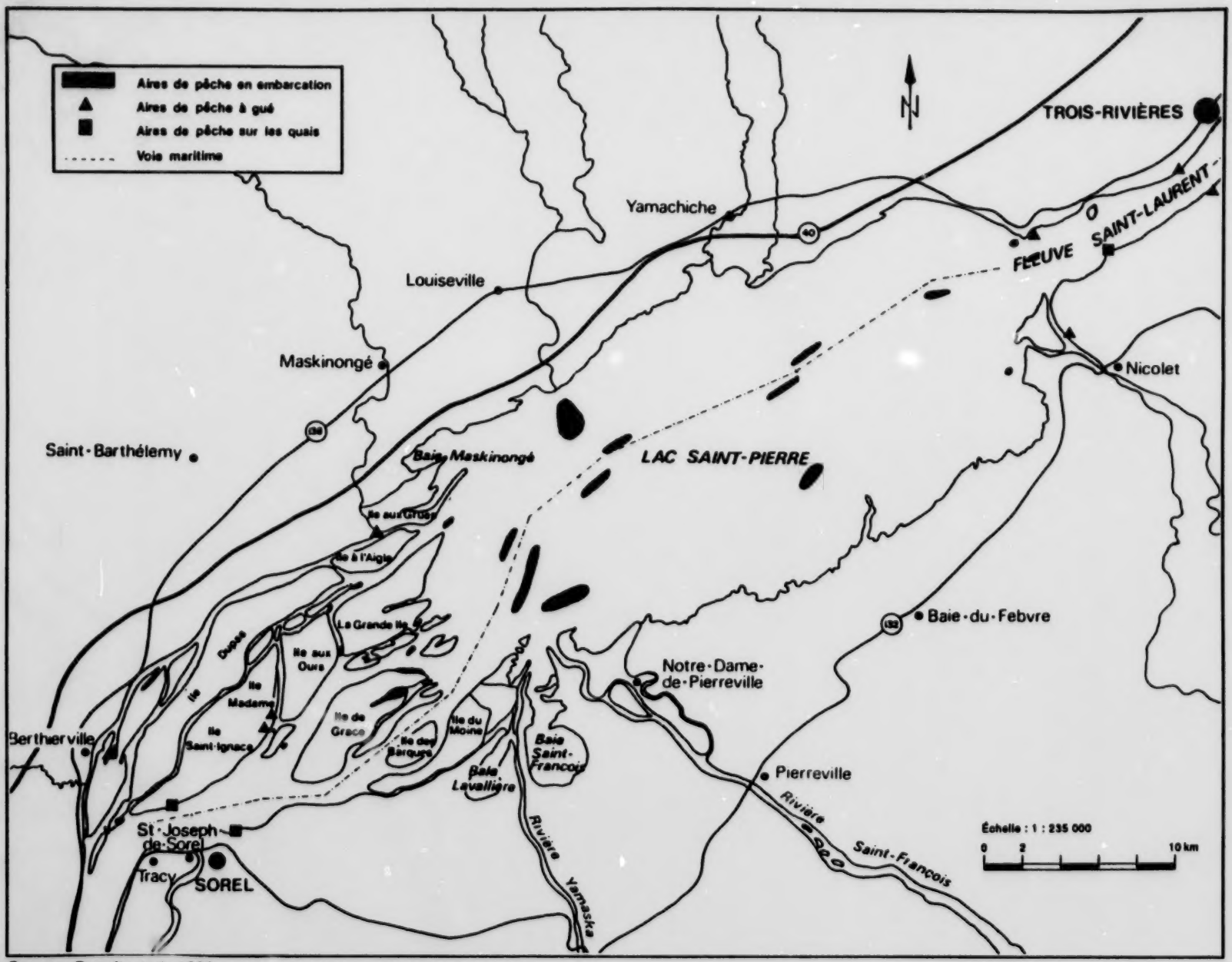
Les dépenses directes et indirectes liées à cette activité étaient de l'ordre de 1,5 millions de dollars selon des enquêtes effectuées en 1984 et 1985 (Hazel et Pomerleau, 1986). Une étude plus récente du MLCP (1987) chiffre à 5 millions de dollars les dépenses directes et indirectes. Selon ces chiffres, le kilogramme de poissons (toutes espèces confondues) revient à 3,38 $.

La pêche d'hiver augmente en popularité, puisqu'elle fournissait 65 000 jours d'activité en 1983 contre 10 000 jours à la fin des années 1970. Cette pêche est pratiquée surtout en amont du plan d'eau, à Notre-Dame-de-Pierreville, à la baie de Maskinongé et dans les chenaux des îles.

Elle a fait l'objet d'une étude en 1983, à l'Anse-du-Fort (Notre-Dame-de-Pierreville) où 32 p. 100 des adeptes se concentrent (21 000 jours-pêcheurs). Les prises sont composées en majorité de perchaudes (74 p. 100), suivies par le Grand Brochet (19 p. 100) et la Lotte (7 p. 100). Les barbottes et les dorés ne sont capturés qu'occasionnellement (Hart *et al.*, 1983). Une biomasse totale de poissons estimée à 11,7 t a été prélevée à l'Anse-du-Fort en 1983, selon Hazel et Pomerleau (1986) et peut être considérée comme un aperçu minimal des captures totales effectuées au lac Saint-Pierre durant la pêche d'hiver.

Les dépenses directes et indirectes liées à la pratique de cette activité hivernale sont évaluées à 700 000$ (MLCP, 1987).

7.4.2 Pêche commerciale. - Le lac Saint-Pierre supporte la plus importante pêcherie commerciale multispécifique d'eau douce du fleuve Saint-Laurent, avec un volume annuel de débarquements de 667,3 t en 1985 et une valeur économique de 980 100 $, après transformation (Janelle, 1987). En comparaison, les lacs riverains de la région de Montréal fournissent moins de 100 t annuellement à la pêche commerciale. Les lacs de la région de Montréal dominent cependant au chapitre de la pêche récréative. Quarante-deux (42) pêcheurs commerciaux pratiquent cette activité qui procure



Source : Benoît *et al.*, 1988.

Figure 13 Pêche récréative en eau libre dans la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre

Tableau 24 ***Synthèse des données sur la pêche récréative sur une base annuelle au lac Saint-Pierre***

Nombre de pêcheurs : 24 000

Effort déployé : 300 000 jours

Pression de pêche : 8,2 jours-personnes par hectare

Rendement annuel total : 2,1 kg/ha/an

Nombre de poissons récoltés : 1 480 000

Biomasse totale récoltée : 304 t

Dépenses directes et indirectes : 5 000 000 $

Principales espèces	Nombre	%	Biomasse (kg)	%	Valeur totale ($)
Perchaude	1 000 000	67,6	78	43	2 150 000
Dorés	200 000	13,5	131	26	1 300 000
Barbotte brune	200 000	13,5	65	21	1 050 000
Grand Brochet	80 000	5,4	30	10	500 000

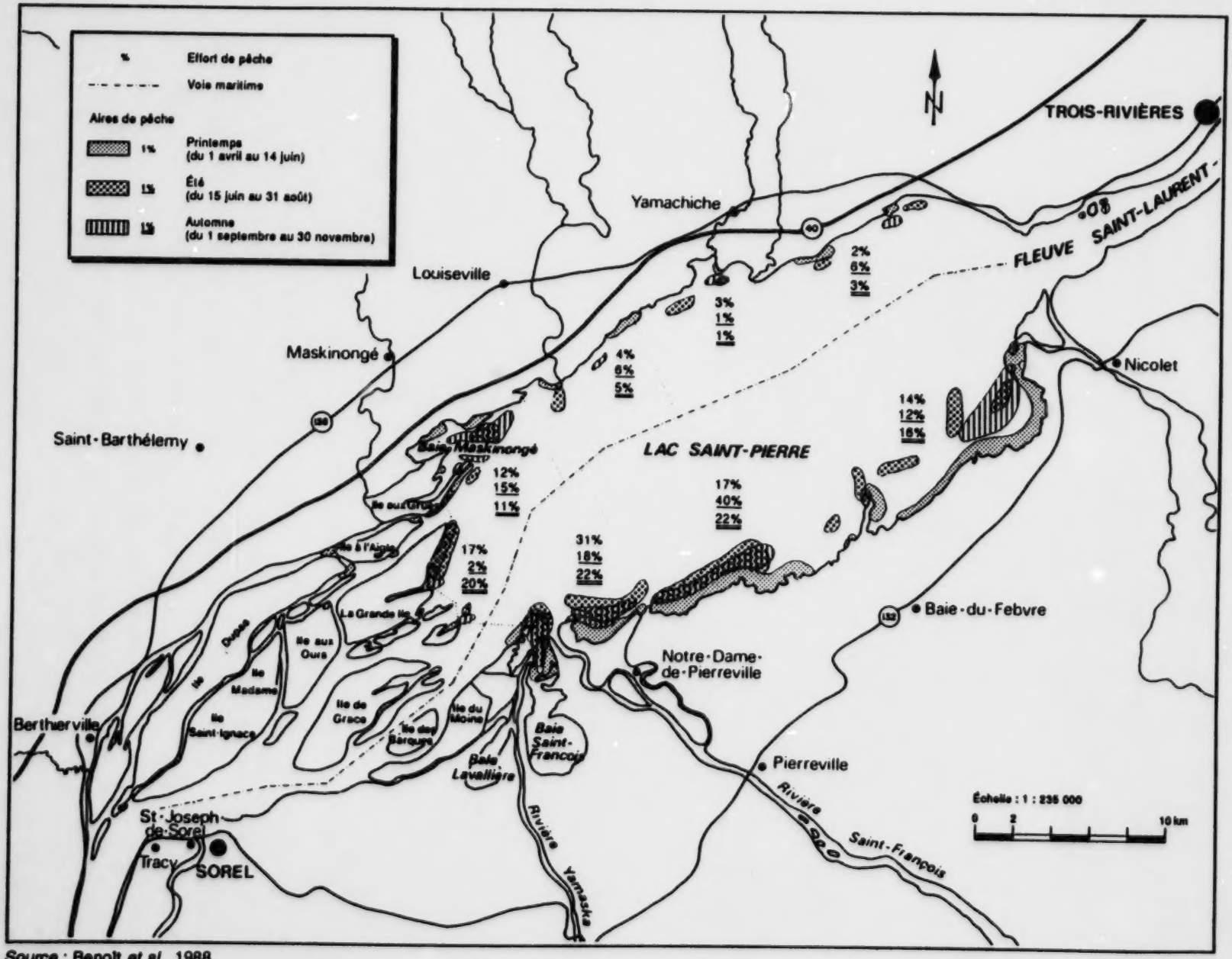
Source : MLCP, 1987.

une centaine d'emplois saisonniers. La plupart des pêcheurs commerciaux résident dans la région immédiate du lac et, dans plusieurs cas, cette activité est pratiquée depuis plusieurs générations.

La pêche est surtout pratiquée à l'aide de verveux (900 à 1500 engins dénombrés en 1978 et 1979) pour 94 p. 100 des captures (Bourbeau, 1982, dans Hazel et Pomerleau, 1986) et, à un degré moindre, au moyen de filets maillants (1515 brasses). Les lignes dormantes (2000 hameçons) ne sont autorisées uniquement que pour la pêche à la Barbue de rivière et l'Anguille d'Amérique. La pêche au moyen de lignes dormantes a cependant été bannie tout récemment (Y. Maillot, MLCP, Direction régionale de Trois-Rivières, comm. pers.) afin de protéger les géniteurs d'Esturgeons jaunes.

La rive sud recevait 64 p. 100 de l'effort de pêche au verveux en 1983 (Roy, 1985), la rive nord, 23 p. 100, et les îles de Sorel, 13 p. 100. La figure 14, tirée de Benoît *et al.* (1988), illustre la répartition des engins de pêche au lac Saint-Pierre. Les sites de pêche commerciale sont concentrés principalement à la baie Saint-François, dans la plaine de débordement et les chenaux des îles, mais peuvent être déplacés en fonction des saisons. L'île de Grâce est soustraite, par réglementation, à toute activité commerciale afin d'assurer le maintien d'un secteur libre de pêche commerciale dans l'archipel. Plusieurs autres modalités et prescriptions s'appliquent à certaines espèces en vue d'assurer leur maintien (limites de grandeurs des mailles des filets pour la pêche à l'Esturgeon jaune, dimensions des verveux, nombres d'engins permis par pêcheur ou par secteur, etc.). La récolte des dorés, brochets, achigans, salmonidés et maskinongés n'est pas autorisée, et les captures doivent être remises à l'eau. Les plus importantes espèces d'intérêt commercial sont, par ordre d'importance des biomasses récoltées : la Barbotte brune (225 t), la Perchaude (183 t), l'Esturgeon jaune (142,2 t) et l'Anguille d'Amérique (48,1 t) (Janelle, 1987). La pêcherie d'Esturgeon jaune du fleuve Saint-Laurent est d'ailleurs considérée comme la plus importante en Amérique du Nord (100 à 200 t, Fortin *et al.*, 1989). La partie prélevée au lac Saint-Pierre représente plus de la moitié de cette production et demeure la seule des plans d'eau du couloir fluvial à connaître un accroissement (nouvelles demandes de permis, augmentation des prises : de 49,1 t à 89,3 t de 1983 à 1986, pour atteindre à la fin des années 80 : 150 t). Le tableau 25 résume les données concernant la pêche commerciale au lac Saint-Pierre. Ces données se rapportent aux biomasses prélevées en 1983 afin de conserver une base de comparaison des prélèvements entre les différentes espèces.

La valeur des débarquements, avant transformation, ne reflète pas l'importance de la biomasse des espèces exploitées. La Perchaude représente 49,4 p. 100 (314 700 $) de la valeur des débarquements, suivie de l'Esturgeon jaune avec 156 500 $ et de l'Anguille avec 126 600 $; ces trois espèces représentent 93,9 p. 100 de la valeur des débarquements (Janelle, 1987). La Perchaude et la Barbotte brune sont écoulées sur le marché régional. L'Esturgeon jaune, vendu frais ou fumé, est écoulé sur le marché local, régional ou exporté vers les États-Unis. L'Anguille



Source : Benoît *et al.*, 1988.

Figure 14 ***Pêche commerciale au verveux au printemps (1er avril - 14 juin), en été (15 juin - 31 août) et en automne (1er septembre - 30 novembre) dans la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre***

Tableau 25 ***Synthèse des données sur la pêche commerciale sur une base annuelle au lac Saint-Pierre***

Nombre de pêcheurs commerciaux :	42
Effort déployé (1983) :	46 087 semaines-verveux 10 105 jours-brasses (filet maillant) 2 900 hameçons (ligne dormante)
Pression de pêche :	1,27 semaine-verveux par hectare 0,28 jour-brasse par hectare
Rendement annuel total :	14,43 kg/ha/an
Nombre de poissons récoltés :	-----
Biomasse totale récoltée :	508,1 t (minimale)
Dépenses directes et indirectes :	761 860 $

Principales espèces	Nombre	%	Biomasse (kg)	%
Barbotte brune	—		201 589,28	38,5
Perchaude et crapets	—		201 156,70	38,4
Anguille d'Amérique	—		64 504,68	12,3
Esturgeon jaune	—		46 890,00	9,0
Barbue de rivière	—		6 865,88	1,3
Carpe	—		1 695,38	0,3
Meuniers et suceurs	—		1 039,27	0,2

Source : Hazel et Pomerleau, 1986.

d'Amérique, presqu'exclusivement exportée, est vendue entière. Mentionnons d'ailleurs que les exportations deviennent de plus en plus problématiques pour causes de contamination (ban des exportations d'anguilles vers la République Fédérale d'Allemagne en raison des niveaux de contamination) ou de protection des stocks de certaines espèces à l'étranger (ex. : esturgeons des États-Unis). Deux autres types d'exploitations sont

rencontrés au lac Saint-Pierre ou dans sa région immédiate : une pêche à des fins d'alimentation et le commerce des poissons-appâts.

Une pêche à des fins d'alimentation est pratiquée par les résidents de la réserve amérindienne d'Odanak sur la rivière Saint-François, et les poissons récoltés peuvent provenir du lac Saint-Pierre. Aucune donnée n'est disponible sur l'importance de cette activité, mais la récolte est considérée comme peu importante (Benoît *et al.*, 1987).

Le commerce des poissons-appâts a été étudié dans la partie amont du lac en 1979 (Mongeau, 1985) où 13 permis avaient été octroyés pour la capture de ces espèces. En aval, 13 permis étaient octroyés en 1986. Selon Mongeau (1985), les prises de «ménés» étaient écoulées sur le marché des fournitures de pêche et procuraient des revenus approximatifs de 100 000 $ aux détenteurs de permis. On peut donc estimer à 200 000 $ les revenus tirés de l'exploitation des poissons-appâts par les 26 détenteurs de permis du lac Saint-Pierre.

La figure 15 présente les débarquements des principales espèces commerciales du lac Saint-Pierre. Ces données, recueillies par le MAPAQ, proviennent des déclarations volontaires des pêcheurs; une sous-évaluation des tonnages totaux est donc possible (Jonhson, 1991). On constate que les débarquements de Barbotte et d'Esturgeon jaune ont subi une baisse importante (de près de 50 p. 100) durant ces dernières années, tandis que la Perchaude, l'Anguille d'Amérique et les autres espèces ont vu leurs tonnages se maintenir. Durant cette même période, le nombre de pêcheurs actifs n'a pas varié de façon importante.

Le succès de pêcheurs commerciaux de 1986 à 1990 ne reflète que partiellement la situation de la pêche au lac Saint-Pierre. De nombreux auteurs mentionnent que les rendements de pêche en eau douce au Québec ont diminué de façon importante au cours des dernières décennies (Robitaille *et al.*, 1991; Robitaille et Mailhot, 1989; Robitaille *et al.*, 1988). La figure 16 présente les débarquements en fonction des espèces pour l'ensemble du Québec et du lac Saint-Pierre. Les populations suivantes ont vu leur abondance grandement diminuer : le Bar rayé (espèce disparue au Québec), l'Éperlan arc-en-ciel, l'Anguille d'Amérique, le Poulamon Atlantique, l'Alose savoureuse et l'Esturgeon jaune. Les hypothèses expliquant ces diminutions de rendement sont

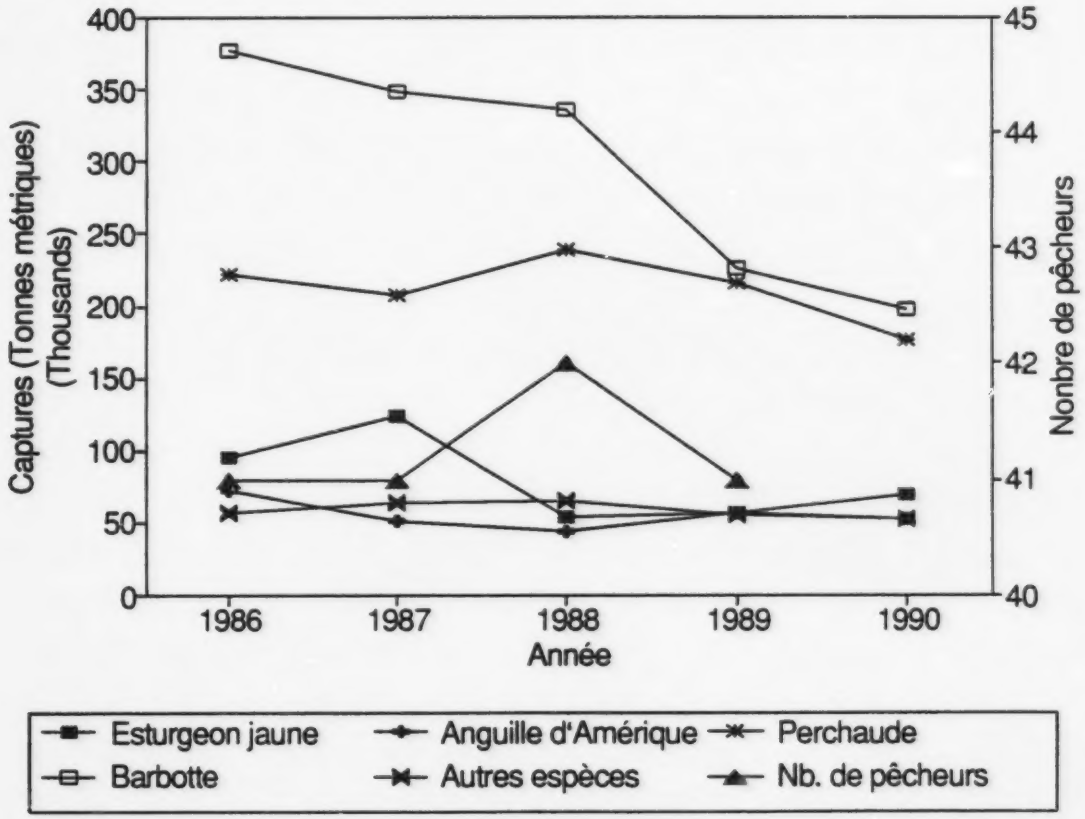
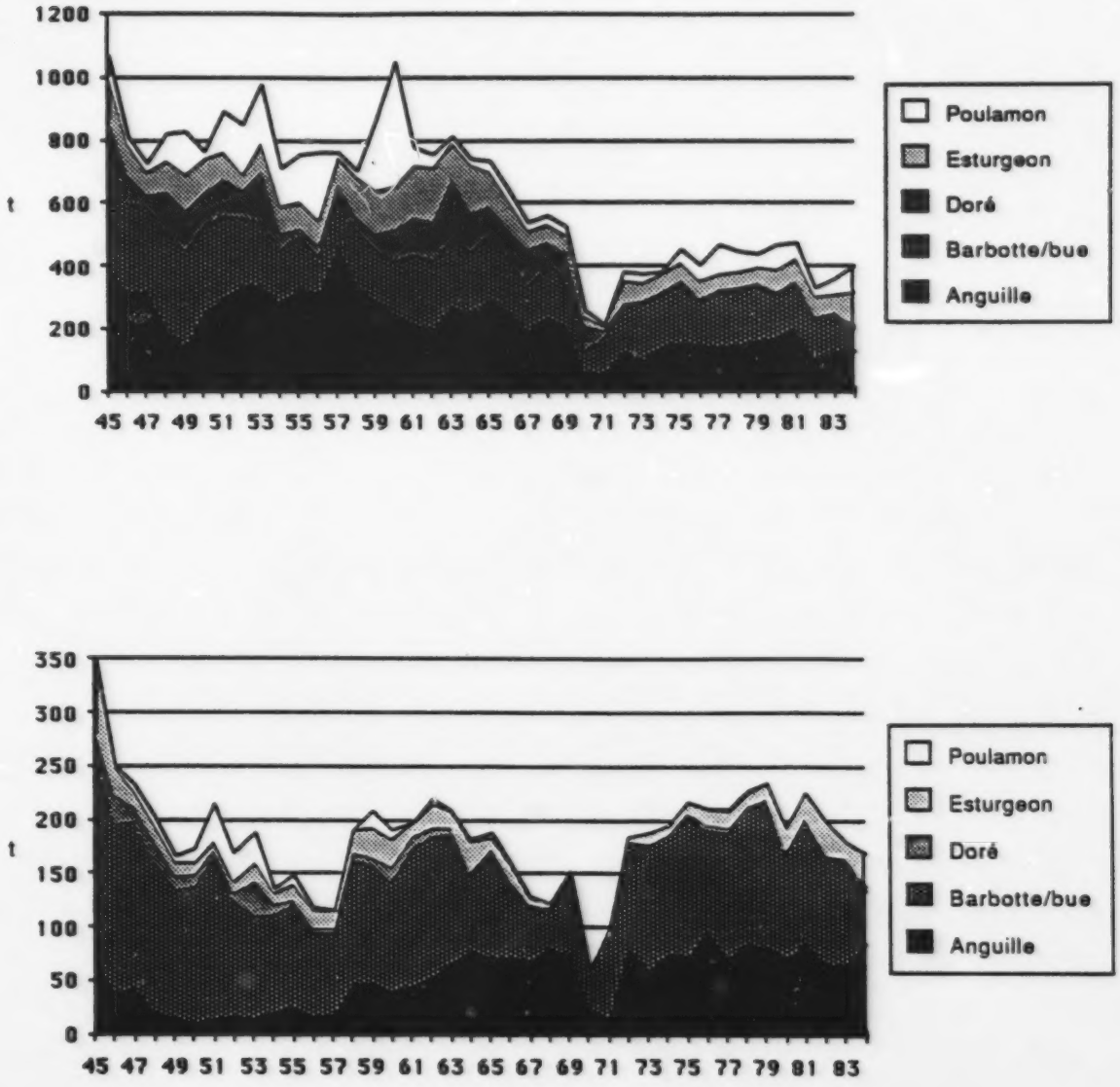


Figure 15 ***Variations temporelles des débarquements des principales espèces commerciales et du nombre de pêcheurs actifs au lac Saint-Louis***



Source : Robitaille *et al.*, 1988.

Figure 16 ***Évolution temporelle des pêcheries en eau douce au Québec et au lac Saint-Pierre depuis 1945***

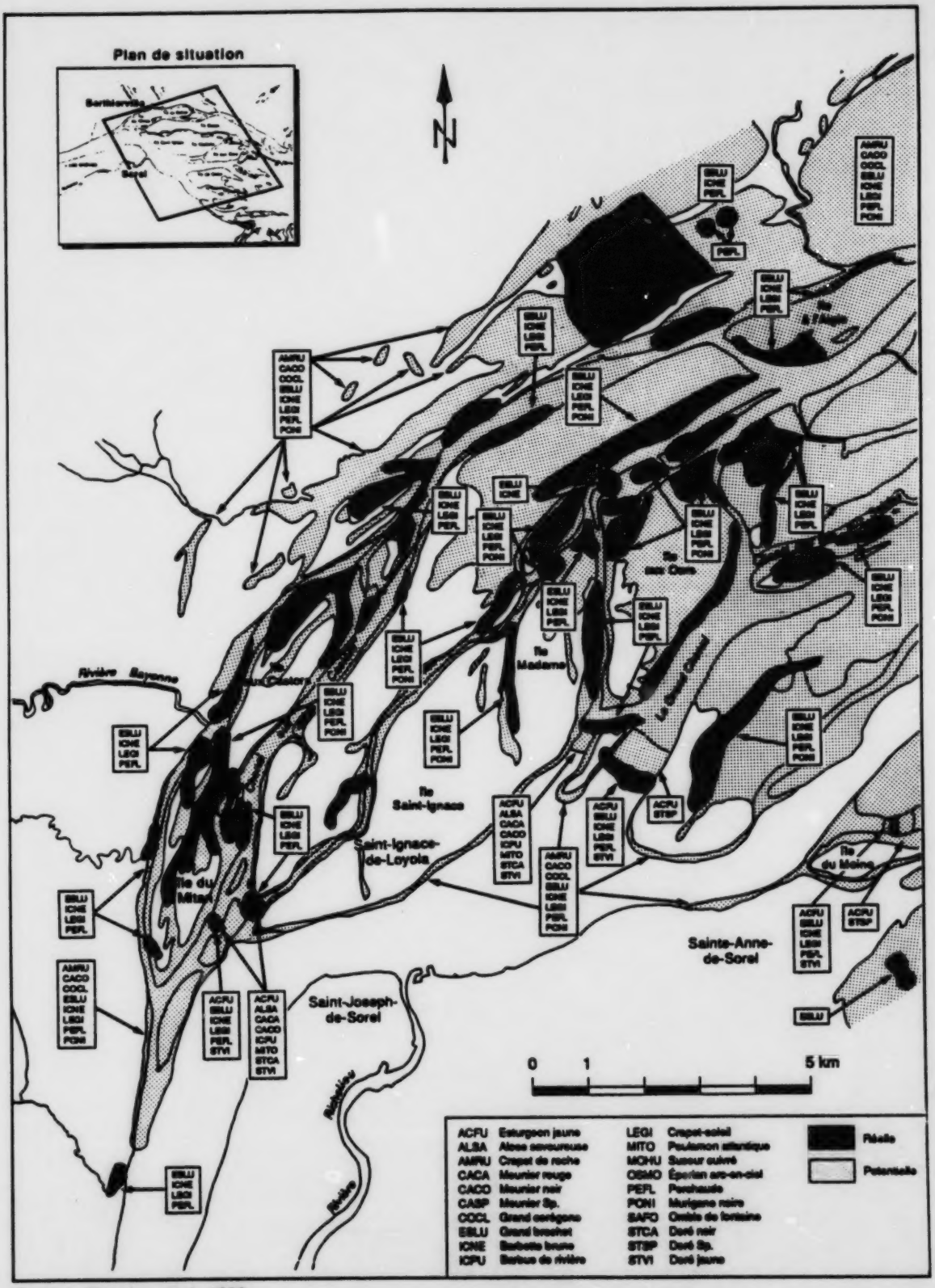
multiples et varient selon les caractéristiques biologiques des espèces concernées. Les principales perturbations pouvant expliquer les diminutions de rendement au lac Saint-Pierre seraient le remblayage, l'assèchement des terres riveraines, le dragage et le dépôt des résidus de dragage, la surexploitation de la ressource et la présence de contaminants dans l'écosystème. Par ailleurs, la biologie des espèces est un facteur important dans l'explication de la sensibilité des populations ichtyennes aux perturbations du milieu. Ainsi, les espèces ayant un cycle vital complexe comme les poissons anadromes et catadromes, ou les espèces ayant un cycle vital long, comme l'Esturgeon jaune et l'Anguille d'Amérique, seraient plus sensibles aux perturbations du milieu (Robitaille et al., 1988; Robitaille et al., 1990).

7.5 Frayères et aires d'alevinage

La majorité des espèces identifiées se reproduit dans les eaux de la région du lac Saint-Pierre, durant la période entre la débâcle printanière et le début de l'été. La localisation des frayères et des aires d'alevinage varie selon les espèces, la profondeur de l'eau, la vitesse du courant, la nature du substrat et la présence de végétation. On distingue deux types de frayères : les frayères en eaux vives et les sites de frai en eaux calmes.

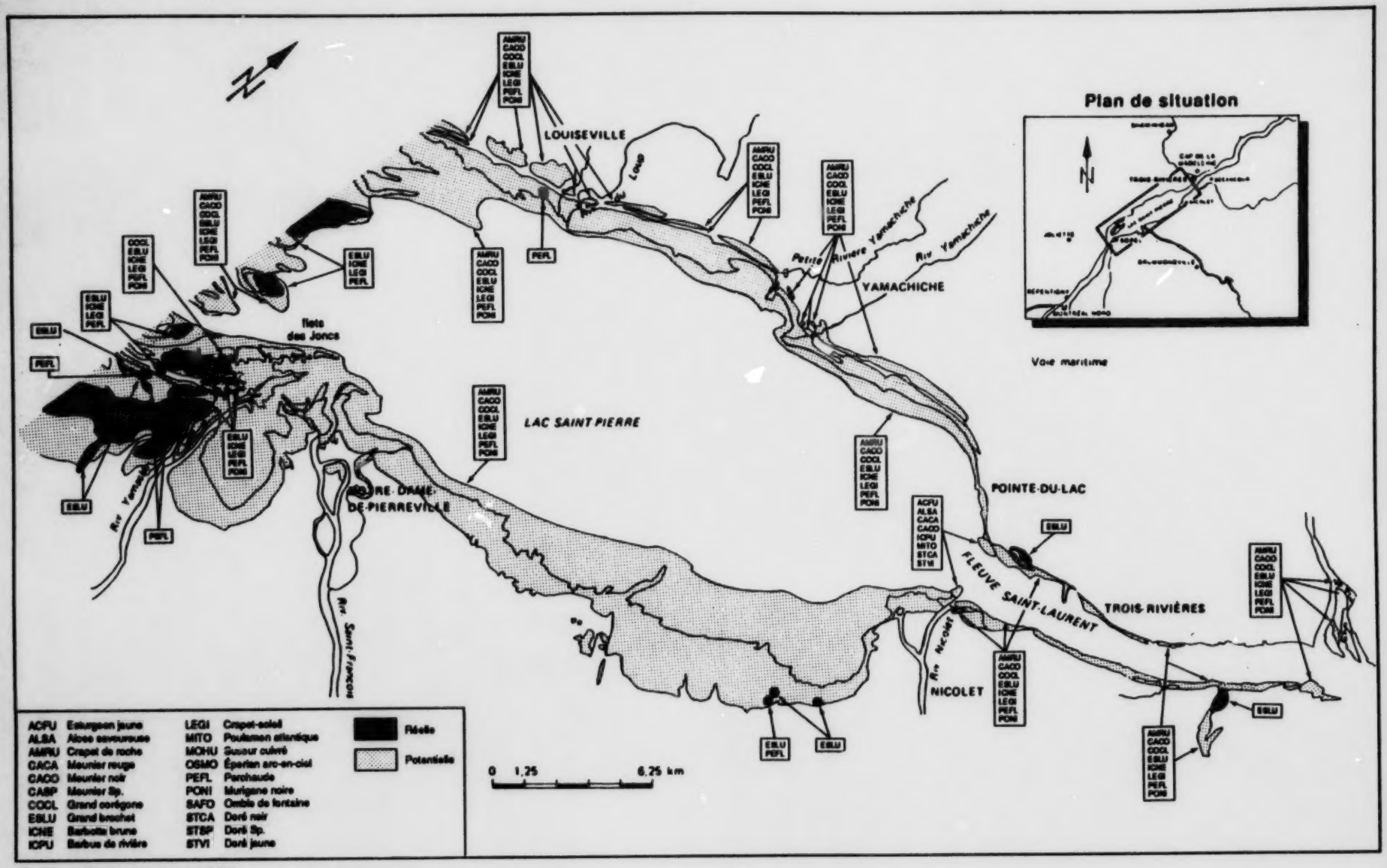
Plusieurs études ont été entreprises pour localiser et caractériser les sites de reproduction des espèces de poissons du lac Saint-Pierre (Verret et Savignac, 1985; Bélanger *et al.*, 1984; Tessier, 1983; Picard et Norman, 1982; Pageau et Tanguay, 1977; Massé, 1974).

Une cartographie de sites de reproduction des principales espèces de poissons du Saint-Laurent, de Cornwall à Montmagny, a été récemment effectuée par Therrien *et al.* (1990). Les cartes traitant du lac Saint-Pierre sont présentées aux figures 17 et 18. Elles constituent une mise à jour des informations disponibles sur le sujet et s'appuient sur une revue des études réalisées sur le territoire couvert de même que sur une actualisation effectuée auprès des personnes-ressources. Deux catégories d'habitats de frai ont été définies : les frayères réelles et les frayères potentielles. Les frayères réelles correspondent aux sites où des travaux spécifiques ont permis d'observer le frai



Source : Therrien *et al.*, 1990.

Figure 17 ***Localisation des sites de reproduction des principales espèces de poissons dans les îles de Berthier-Sorel***



Source : Therrien *et al.*, 1990.

Figure 18 Localisation des sites de reproduction des principales espèces de poissons dans la partie aval du lac Saint-Pierre

des espèces visées ou la présence d'oeufs, alors que les frayères potentielles ont été délimitées de façon approximative à partir d'un ou de plusieurs des critères suivants :

a) capture de géniteurs,

b) environnement physique adéquat à proximité d'une frayère réelle,

c) lieu autrefois reconnu comme frayère réelle, inutilisé mais conservant une capacité de support intacte, ou

d) lieu présentant les caractéristiques propices au frai d'une espèce rare ou menacée,

e) aire d'alevinage ou de développement larvaire reconnue.

Le tableau 26 indique les principales espèces dont les lieux de frai ont été cartographiés. Les caractéristiques des habitats de chaque espèce qui y est représentée reflètent les observations tirées des nombreuses études sur le sujet.

Tableau 26 ***Espèces de poissons dont les sites de frai réels ou potentiels ont été identifiés dans le fleuve Saint-Laurent pour le tronçon Cornwall-Montmagny***

Nom commun	Nom latin
Alose savoureuse	*Alosa sapidissima*
Barbotte brune	*Ictalurus nebulosus*
Barbue de rivière	*Ictalurus punctatus*
Crapet de roche	*Ambloplites rupestris*
Crapet-soleil	*Lepomis gibbosus*
Doré jaune	*Stizostedion vitreum*
Doré noir	*Stizostedion canadense*
Esturgeon jaune	*Acipenser fulvescens*
Grand Brochet	*Esox lucius*
Grand Corégone	*Coregonus clupeaformis*
Marigane noire	*Pomoxis nigromaculatus*
Meunier rouge	*Catostomus catostomus*
Meunier noir	*Catostomus commersoni*
Omble de fontaine	*Salvelinus fontinalis*
Perchaude	*Perca flavescens*
Poulamon atlantique	*Microgadus tomcod*
Suceur cuivré	*Moxostoma hubbsi*

Source : Therrien *et al.*, 1990.

Les auteurs notent que l'ensemble des rives du lac Saint-Pierre présente des caractéristiques propices pour le frai de plusieurs espèces et considèrent le lac Saint-Pierre, du fait de la capture de géniteurs par les pêcheurs commerciaux sur l'ensemble du lac, comme une immense frayère pour les espèces d'eau douce. Les études spécifiques entreprises sur les rives du lac Saint-Pierre ont d'ailleurs confirmé cette importante utilisation.

Massé (1974) a reconnu une grande quantité de frayères en eaux calmes à fort potentiel dans la partie amont du lac Saint-Pierre. Les classes de potentiels (très élevé, élevé, moyen et faible) ont été déterminées à partir de l'abondance des alevins, du nombre d'espèces utilisant le site (10 espèces ou plus confèrent à un site un potentiel très élevé, et cinq espèces, un potentiel élevé ou moyen), de la topographie du milieu, de l'utilisation par les espèces indépendamment du niveau des eaux printanières, du réchauffement des eaux, de l'abondance de nourriture et de la vitesse du courant. L'auteur considérait les espèces suivantes : le Grand Brochet, la Perchaude, la Barbotte brune, la Carpe, le Crapet-soleil, le Méné jaune, l'Achigan à grande bouche, la Marigane noire, le Poisson-castor et l'Umbre de vase. Les îles de Berthier comportent le plus grand nombre de sites favorables à la reproduction. Une frayère à potentiel très élevé a été identifiée à l'île Saint-Ignace. De plus, 16 frayères à potentiel élevé, 25 frayères à potentiel moyen et 22 frayères à faible potentiel ont été reconnues dans l'archipel de Berthier. En rive sud, dans les îles de Sorel, deux frayères à potentiel très élevé et élevé ont été déterminées, respectivement à l'île de Grâce et à l'île du Moine.

Dans un rapport du Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, Pageau et Tanguay (1977) ont reconnu une vingtaine de frayères d'importance et de sites propices à la reproduction. Quelques sites à forte concentration de jeunes poissons ont aussi été identifiés. Les sites sont rencontrés principalement dans l'archipel Sorel-Berthier où les chenaux et l'aval des îles supportent les sites de frai ou d'alevinage. Les sites de frai qualifiés «excellents» et «moyens» sont situés en majorité dans les îles de Berthier (île Dupas, île Madame, île à l'Aigle et île du Milieu).

Tableau 27 ***Caractérisation des sites de frai des principales espèces du fleuve Saint-Laurent pour le tronçon Cornwall-Montmagny***

Espèce	Courant (cm/s)	Profondeur (m)	Substrat*	Végétation**	Température (°C)	Période
Alose savoureuse	≥ 20	0,5 - 2,0	S V G	A	12 - 18	mai - juin
Barbotte brune	0 - 60	0,1 - 1,2	L A S V	HSAE, HS	16 - 26	juin
Barbue de rivière	0 - 60	0,6 - 1,8	L S	HS	20 - 30	juin - juillet
Crapet de roche	0 - 40	0,0 - 2,0	A S V R	HS	15 - 21	juin
Crapet-soleil	0 - 20	0,1 - 0,3	A S V R	HS	20 - 28	mai - juillet
Doré sp.	0 - 200	0,1 - 1,5	S V G R	AC	3 - 11	avril - juin
Esturgeon jaune	≥ 10	0,6 - 4,0	S V G R	A	8 - 18	mai - juin
Grand Brochet	0 - 20	0,1 - 1,2	L A	HTIG	4 - 15	avril - mai
Grand Corégone	0 - 200	0,0 - 7,0	S V G R	A	2 - 10	octobre - décembre
Marigane noire	0 - 20	0,2 - 2,5	L S V	HSAE, HS	18 - 20	juin - juillet
Meunier noir	0 - 110	0,3 - 2,3	S V G R	A	9 - 18	mai - juin
Meunier rouge	0 - 45	0,1 - 0,3	S V G	AC	5 - 18	avril - mai
Omble de fontaine	≥ 20	0,0 - 0,6	V G R	A	5 - 10	septembre - novembre
Perchaude	0 - 20	0,5 - 3,0	L A S V	HTI, HSAE	7 - 12	avril - mai
Poulamon atlantique	≥ 10	0,0 - 4,0	S V	A	0 - 4	décembre - février
Suceur cuivré	modéré	1,5 - 2,0	G R	P	≥ 18	juin - juillet

Source : Therrien *et al.*, 1990.

* Argile (A), limon (L), sable (S), gravier (V), gallet (G) et roc (R).

** A : absence de végétation. AC : végétation absente ou clairsemée. HS : herbaçaie submergée. HSAE : herbaçaie semi-aquatique émergente. HTI: herbaçaie terrestre inondée. HTIG : herbaçaie terrestre inondée de type graminoïde. P : présence de végétation non spécifiée.

Les principales espèces qui utilisent ces sites sont : la Barbotte brune, le Grand Brochet et la Perchaude. Deux autres sites de frai qualifiés de moyens ont été identifiés aux îles de Sorel et sont utilisés par la Carpe; il s'agit de l'île aux Raisins et de l'île Plate. Des sites de frai présumés de l'Esturgeon jaune ont également été localisés à l'entrée de quelques chenaux aux environs de l'île de Grâce et de l'île des Barques de même que dans la partie aval du lac, au nord du chenal maritime et au large de la pointe Yamachiche. Les sites d'alevinage ont surtout été localisés dans les chenaux et sur les rives du lac, à la hauteur des îles de Berthier-Sorel.

Verret et Savignac (1985) ont étudié l'utilisation de la plaine d'inondation par les espèces dans la région de la Baie-du-Febvre - Nicolet, sur la rive sud du lac Saint-Pierre. L'étude avait pour but d'estimer l'impact sur la faune ichtyenne de projets d'endiguements et d'activités de pompage pour augmenter le potentiel agricole des basses-terres de la région. Dix-neuf espèces de poissons ont été capturées à la seine durant la période d'échantillonnage s'étendant du 2 mai au 21 juin 1984. Un indice de densité relative a été calculé (tableau 28), et l'utilisation des frayères et leurs caractéristiques ont été déterminées (tableau 29).

Les principales espèces utilisant le secteur pour la reproduction sont le Méné jaune, le Queue à tache noire, la Barbotte brune, le Crapet-soleil et la Perchaude. D'autres espèces sont rencontrées communément : le Grand Brochet, la Carpe, le Museau noir, le Mulet à cornes et le Meunier noir. L'Umbre de vase et le Méné d'argent étaient rencontrés de façon occasionnelle, et les espèces rares étaient le Grand Corégone, le Tête-de-Boule, la Barbue de rivière, le Chat-fou brun, la Lotte et l'Épinoche à cinq épines. Seuls le Grand Corégone (adultes et jeunes poissons), qui fraie à l'automne, et le Tête-de-boule s'alimentaient dans le milieu.

La chronologie d'utilisation de la plaine d'inondation par les différentes espèces est présentée à la figure 19.

Tessier (1983) a identifié 22 espèces de poissons utilisant la plaine de débordement du lac Saint-Pierre au printemps. Deux secteurs ont été inventoriés : la région de Saint-Barthélemy sur la rive nord, et celle du territoire du ministère de la Défense nationale sur la rive sud, entre Baieville et Nicolet. Respectivement 19 et 17

Tableau 28 ***Utilisation de l'habitat par les différentes espèces de poissons présentes***

Famille	Nom français	Nom latin**	1*	2*	3*	4*
Salmonidés	Grand Corégone	*Coregonus clupeaformis*			x	R
Umbridés	Umbre de vase	*Umbra limi*	x			O
Ésocidés	Grand Brochet	*Esox lucius*	x	x	x	C
Cyprinidés	Carpe	*Cyprinus carpio*	x	x	x	C
	Méné d'argent	*Hybognathus nuchalis*	x	x		O
	Chatte de l'est	*Notemigonus crysoleucas*	x	x	x	A
	Museau noir	*Notropis heterolepis*	x			C
	Queue à tache noire	*Notropis hudsonius*	x	x	x	A
	Mulet à cornes	*Semotilus atromaculatus*	x	x	x	C
	Tête-de-boule	*Pimephales promelas*	x			R
Castostomidés	Meunier noir	*Catostomus commersoni*	x	x	x	C
Ictaluridés	Barbotte brune	*Ictalurus nebulosus*	x	x	x	A
	Barbue de rivière	*Ictalurus punctatus*				R
	Chat-fou brun	*Noturus gyrinus*	x			R
Cyprinodontidés	Fondule barré	*Fundulus diaphanus*	x			A
Gadidés	Lotte	*Lota lota*				R
Gastérostéidés	Épinoche à cinq épines	*Culaea inconstans*		x		R
Centrarchidés	Crapet-soleil	*Lepomis gibbosus*	x	x	x	A
Percidés	Perchaude	*Perca flavescens*	x	x	x	A

Source : Verret et Savignac, 1985.

* 1 : alimentation; 2 : frai; 3 : alevinage; 4 : indice de densité (A : abondant; C : commun; O : occasionnel; R : rare).

** La nomenclature adoptée est celle suggérée par Scott et Crossman, 1973.

espèces ont été trouvées dans les secteurs précités. Cependant, seulement 11 d'entre elles étaient fortement représentées, dont le Grand Corégone, le Grand Brochet, la Perchaude, le Méné jaune, le Queue à tache noire et la Barbotte brune.

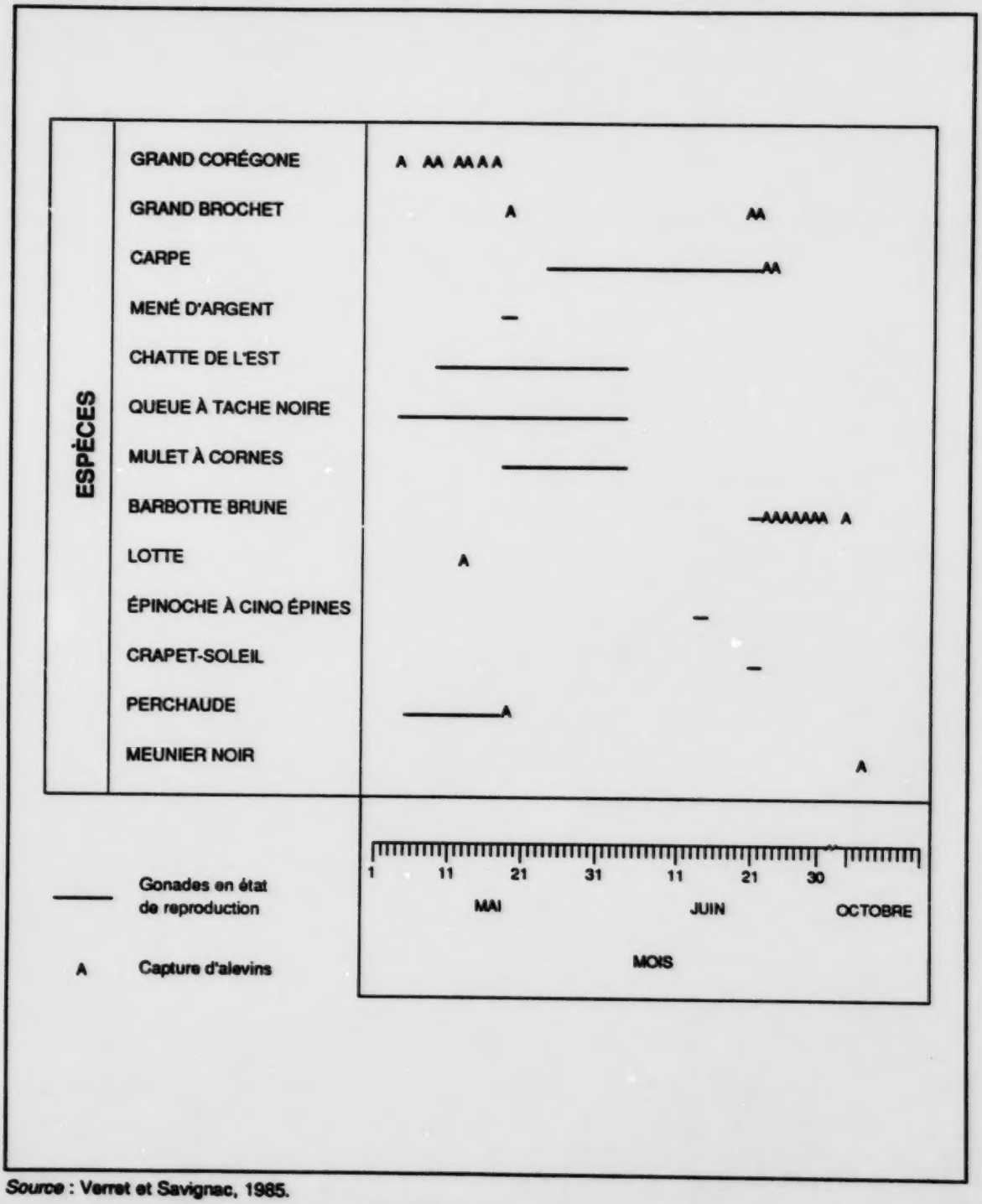
Tableau 29 ***Caractéristiques biophysiques des frayères rencontrées dans les secteurs 2 et 3 du lac Saint-Pierre***

Caractéristiques	Catégories de frayères		
	Frayères à espèces lithophiles en eaux calmes (type dorés-crapets)	Frayères à espèces phyto-lithophiles en eaux calmes	Frayères à espèces phytophiles
Vitesse de courant	≤ 30 m/s	≤ 30 m/s	≤ 30 m/s
Profondeur	≤ 0,1 m	≤ 4 m	≤ 1,2 m
Température de l'eau	5 °C à 18 °C	7 °C à 24 °C	4 °C à 16 °C
Substrat	Sable, gravier ou roche	Limon, gravier, roche ou matière organique	Organique ou végétal
Saison d'utilisation	Printemps, été, automne	Printemps, été	Printemps, début été
Végétation	Plutôt rare	Densité moyenne : aquatique ou semi-aquatique	Dense : aquatique, semi-aquatique ou herbacée, graminoïde terrestre
Turbidité	Un peu turbide	Peu turbide	Peu turbide
Concentration d'oxygène	≥ 8 ppm Milieu lacustre, productivité assez élevée	6 à 8 ppm	—
Espèces	Queue à tache noire, Meunier noir, Museau noir, Mulet à cornes	Barbotte brune, Crapet-soleil, Barbue de rivière, Chat-fou brun, Perchaude, Tête-de-boule, Méné d'argent	Grand Brochet, Carpe, Épinoche à cinq épines, Fondule barré, Chatte de l'est, Umbre de vase

Source : Typologie selon Lavoie et Talbot, 1983, dans Verret et Savignac, 1985.

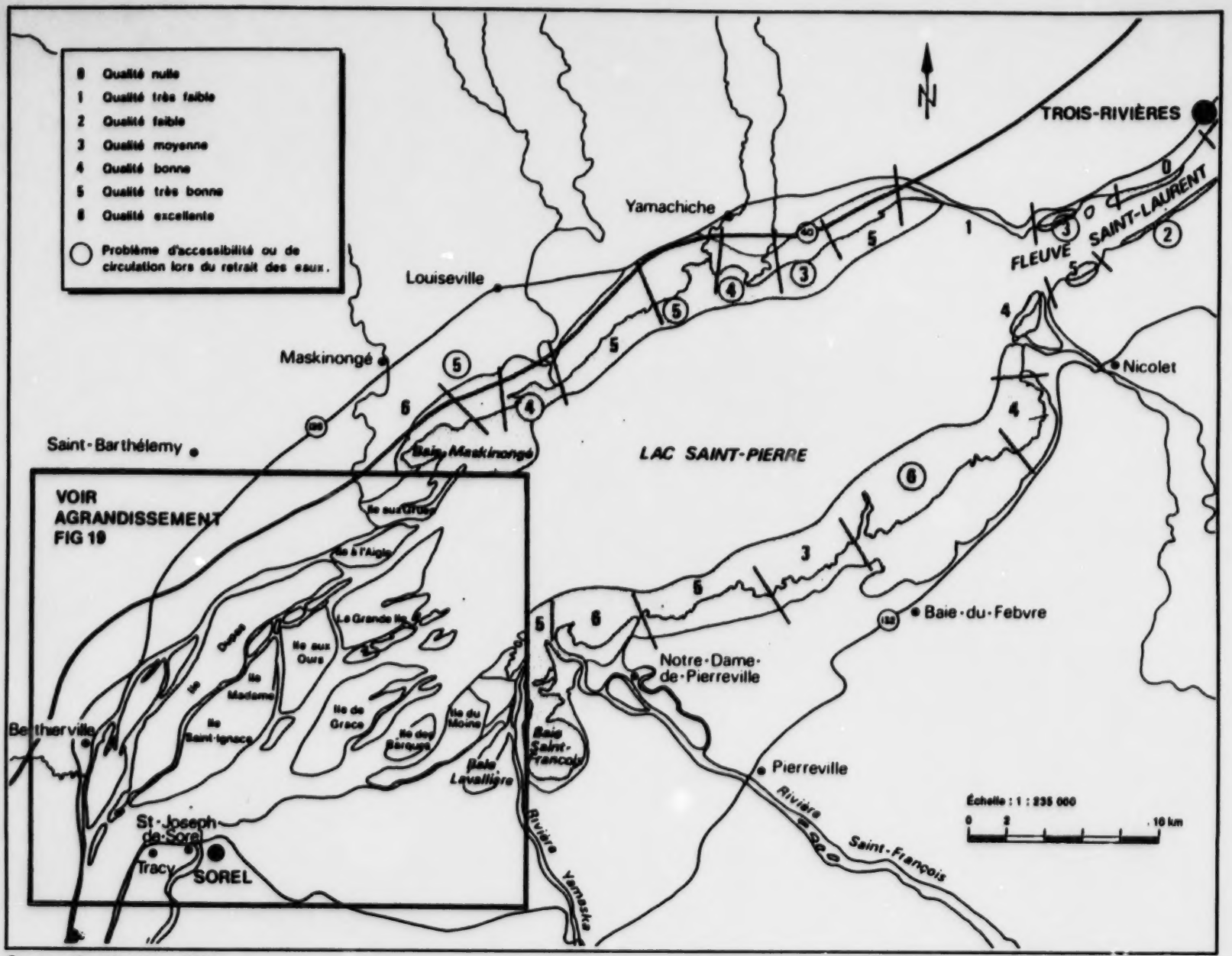
La chronologie du frai, l'abondance des géniteurs ou des espèces s'alimentant dans la plaine de débordement et le type de milieu utilisé ont été étudiés.

Benoît *et al.* (1988) ont dressé une cartographie de la qualité des habitats (figures 20 et 21) à partir d'un indice théorique établi en fonction de divers facteurs physiques favorables aux activités des espèces, en l'occurrence la reproduction, l'ali-



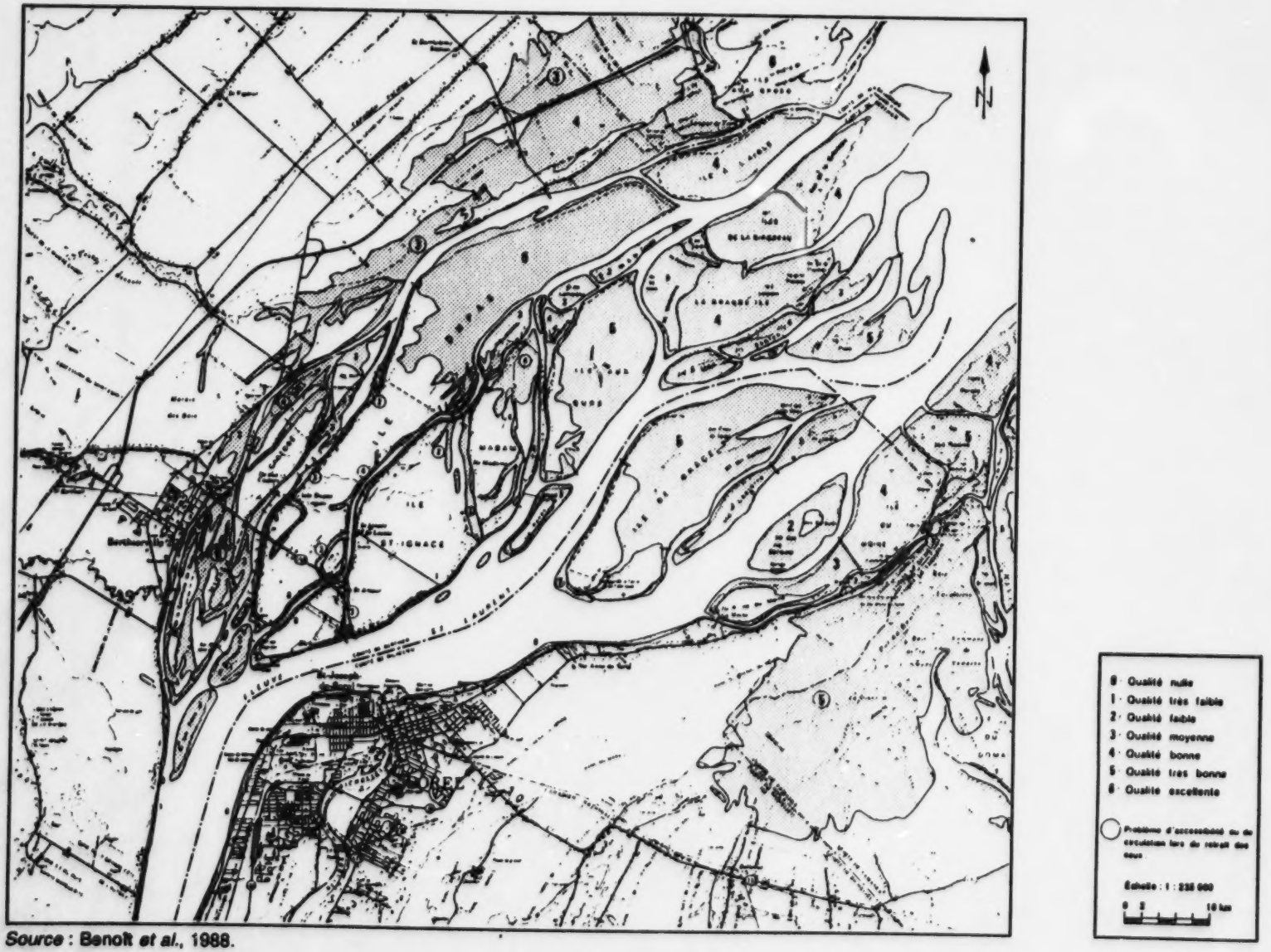
Source : Verret et Savignac, 1985.

Figure 19 Stade évolutif des espèces en 1984



Source : Benoît *et al.*, 1988.

Figure 20 Cartographie de la qualité des habitats pour les poissons de la ZIP du lac Saint-Pierre



Source : Benoît *et al.*, 1988.

Figure 21 Cartographie de la qualité des habitats pour les poissons de la ZIP du lac Saint-Pierre

mentation et la recherche d'abris. Cette cartographie permet de pallier aux données existantes qui peuvent s'avérer incomplètes.

7.6 Bioaccumulation

Les analyses de contaminants dans les tissus de poissons sont réalisées pour répondre à deux objectifs principaux. La chair des poissons est analysée afin de vérifier la comestibilité en fonction des normes de mise en marché, et certains poissons sont utilisés comme indicateurs de la contamination du milieu. Plusieurs études présentent des résultats de contamination des poissons du lac Saint-Pierre. La synthèse des connaissances sur la contamination des poissons est réalisée en utilisant dans un premier temps les résultats provenant des analyses de chairs de poissons pour les interpréter en fonction de la santé publique et en les comparant aux normes établies par Santé et Bien-être Social Canada (1985). Ensuite, les résultats traitant de la contamination mesurée à partir d'autres tissus sont interprétés en fonction de la contamination du milieu.

7.6.1 Revue des études. - Une étude a été réalisée en 1975 et 1976 par le ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche (MTCP) pour le Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Dix-sept stations réparties dans le couloir fluvial entre Cornwall et Québec, dont une à chaque extrémité du lac Saint-Pierre, ont servi à l'échantillonnage. Les homogénats analysés dans cette étude incluent la chair, la peau et les os (Sloterdijk, 1977).

En 1982, une étude sur la contamination de l'Anguille d'Amérique du bassin du fleuve Saint-Laurent fut entreprise par Pêches et Océans. Les tissus analysés dans cette étude sont des homogénats de chairs, de peaux et d'os. Deux rapports sur la contamination de l'Anguille d'Amérique ont été produits à partir de cette étude, un sur le mirex et l'autre sur les biphényles polychlorés (Desjardins *et al.*, 1983a et 1983b).

Le MLCP a effectué en 1983 et 1984 une étude sur la contamination des chairs de poissons du lac Saint-Pierre. Les sites, au nombre de sept, couvrent l'ensemble du lac. Les contaminants analysés sont les biphényles polychlorés (BPC), le mirex

et le mercure. Les espèces étudiées sont la Barbotte brune, la Perchaude, le Grand Brochet, le Doré jaune, l'Esturgeon jaune (tel que trouvé dans le commerce : frais, fumé et cuit), l'Anguille d'Amérique, le Meunier noir, le Meunier rouge, la Carpe, la Lotte, l'Achigan à petite bouche et l'Alose savoureuse (Lévesque et Pomerleau, 1986).

Un comité interministériel sur la contamination des poissons fut formé en 1984 à la demande du ministère de l'Environnement du Québec. Les autres ministères impliqués étaient le MLCP, le MAPAQ et le ministère de la Santé et des Services sociaux. Le comité a élaboré un programme conjoint de surveillance des contaminants dans la chair des poissons. Ce programme a donné lieu, en 1985, à un échantillonnage des secteurs et des poissons du fleuve présentant un intérêt sportif ou commercial. Le seul site échantillonné au lac Saint-Pierre est situé près des îles de Sorel. Les espèces échantillonnées dans le lac Saint-Pierre sont la Barbotte brune, la Perchaude, le Grand Brochet, le Doré jaune, l'Esturgeon jaune et la Carpe (Paul et Laliberté, 1988).

La Direction de la qualité du milieu aquatique du ministère de l'Environnement du Québec a, depuis 1978, un réseau de surveillance des contaminants dont l'objectif est de fournir un portrait de la contamination du milieu aquatique dans les régions les plus industrialisées du Québec. Dans le cadre de ce programme, cinq sites furent échantillonnés au lac Saint-Pierre en 1986. Un de ces sites est situé dans la partie centrale du lac, et les quatre autres sont localisés dans la partie ouest. Cette étude a porté sur la contamination par le mercure (Paul et Laliberté, 1989a) et sur la contamination par les biphényles polychlorés (BPC), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les pesticides organochlorés (Paul et Laliberté, 1989b). Les espèces traitées sont la Barbotte brune, la Perchaude, le Grand Brochet et le Doré jaune.

En 1986, dans le cadre d'un programme de surveillance de la dissémination des substances toxiques dans le fleuve Saint-Laurent, la Direction des eaux intérieures d'Environnement Canada a réalisé une étude sur la contamination de l'eau, des sédiments et des poissons du lac Saint-Pierre. La partie traitant de la contamination des chairs de poissons présente les même données que Paul et Laliberté (1989a et 1989b). Des données supplémentaires sur la chair de Lotte y sont aussi présentées, de même

que des analyses de poissons entiers (adultes et jeunes poissons) et de viscères (Langlois et Sloterdijk, 1988 et 1989).

À l'automne 1989, Environnement Canada a dirigé une campagne d'échantillonnage sur le lac Saint-Pierre au cours de laquelle des échantillons ont été prélevés pour des analyses de contaminants (Environnement Canada, 1990). Les concentrations de certains métaux et contaminants organochlorés ont été mesurées dans le foie; seul le mercure fut analysé dans les chairs. Quatre sites furent échantillonnés, deux à chaque extrémité du lac. Les espèces traitées sont la Perchaude, le Grand Brochet, le Doré jaune, l'Esturgeon jaune et le Meunier noir. Les résultats provenant de cette étude sont encore préliminaires, et ils feront l'objet d'analyses plus complètes lorsque toutes les données seront disponibles.

7.6.2 Protection de la santé publique

7.6.2.1 ***Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), chlorobenzènes, phénols et chlorophénols.*** - Malgré le petit nombre d'études ayant traité de ces contaminants, le peu d'espèces échantillonnées et les faibles effectifs considérés dans certains cas, les résultats semblent démontrer que les HAP, les chlorobenzènes, les phénols et les chlorophénols ne sont pas présents en concentration détectable dans les chairs (ou poissons entiers) des espèces suivantes : Barbotte brune, Perchaude, Grand Brochet, Doré jaune, Meunier noir, Lotte et Poisson-castor (Langlois et Sloterdijk, 1989 et 1988; Paul et Laliberté, 1988). Ces types de contaminants ne semblent donc pas, selon les données disponibles, présenter une menace pour la santé des consommateurs de poissons pêchés au lac Saint-Pierre.

7.6.2.2 ***Métaux autres que le mercure.*** - Les résultats d'analyses des études consultées sont regroupés au tableau 30. L'arsenic a été analysé dans les chairs de la Lotte seulement. La concentration moyenne d'arsenic trouvée est de 2,08 mg/kg (n = 3). La concentration mesurée pour un des homogénats dépasse la norme de Santé et Bien-être Canada fixée à 3,5 mg/kg (Langlois et Sloterdijk, 1989). Ces résultats suggèrent d'étudier davantage la contamination de cette espèce et des autres espèces par l'arsenic.

Tableau 30 ***Concentrations d'arsenic, de sélénium, de cadmium et de plomb dans les chairs de certaines espèces de poissons du lac Saint-Pierre***

Contaminant (mg/kg)	Espèce	Étude*	Année	Taille**	Nombre d'individus dans l'homogénat	*n*	Moyenne	σ	Minimum	Maximum	Norme	Limite de détection
Arsenic	Lotte	2	1986	T	2 à 5	3	2,08			> 3,5	3,5	
Sélénium	Lotte	2	1986	T	2 à 5	3	0,39					
Cadmium	Barbotte brune	6	1985	P	5				0,0005	0,021		
				M	5				0	0,020		
				G	5				0	0,053		
	Perchaude	6	1985	P	5				0	0,008		
				M	5				0	0,003		
				G	5				0	0,009		
	Grand Brochet	6	1985	P	5				0	0,003		
				M	5				0	0,005		
				G	5				0	0,004		
	Doré jaune	6	1985	P	5				0	0,002		
				M	5				0,0003	0,018		
				G	5				0	0,0004		
	Lotte	2	1986	T	2 à 5	3	ND***					0,02
Plomb	Barbotte brune	6	1985	P	5				0	0,058	0,5	
				M	5				0	0,041		
				G	5				0	0,040		
	Perchaude	6	1985	P	5				0,001	0,051		
				M	5				0	0,030		
				G	5				0	0,044		
	Grand Brochet	6	1985	P	5				0	0,052		
				M	5				0	0,029		
				G	5				0,005	0,023		
	Doré jaune	6	1985	P	5				0,003	0,036		
				M	5				0,001	0,011		
				G	5				0	0,028		
	Lotte	2	1986	T	2 à 5	3	ND					0,1

Remarque : Les normes de consommation sont émises par Santé et Bien-être Social Canada (1985). Les valeurs soulignées dépassent la norme.
* Étude n° 2 par Langlois et Sloterdijk, 1989. Étude n° 6 par Paul et Laliberté, 1988.
** Taille : P (petit), M (moyen), G (grand), T (total).
*** ND : non détecté.

Le sélénium a été analysé chez la Lotte seulement. La concentration moyenne de sélénium trouvée dans la chair de Lotte est de 0,39 mg/kg (n = 3). Il n'y a pas de norme de contamination fixée pour la consommation relativement à cette substance. La concentration maximale de cadmium détectée dans les chairs des poissons est de 0,053 mg/kg. Il n'y a pas de norme établie pour la consommation du poisson en regard de ce contaminant.

La concentration maximale de plomb détectée dans les chairs de poissons est de 0,058 mg/kg, ce qui est nettement inférieur à la norme fédérale de consommation émise par Santé et Bien-être Social Canada (1985) de 0,5 mg/kg.

7.6.2.3 ***Mercure.*** - Le mercure est un des contaminants les plus étudiés. Les concentrations moyennes et l'étendue des concentrations mesurées entre 1970 et 1989 pour différentes espèces ont été regroupées au tableau 31. La comparaison des données ne peut être rigoureuse, étant donné les différentes techniques analytiques utilisées, les objectifs divergents des études, les présentations diverses des résultats (teneur individuelle ou moyenne par classe de taille ou par espèce) et les différences dans la nature de l'échantillon (homogénats de chair provenant de plusieurs individus ou d'un seul). Cependant, les concentrations moyennes détectées au cours de ces vingt dernières années laissent supposer que le degré de contamination par le mercure des chairs de poissons du lac Saint-Pierre est constant. Certaines espèces présentent des concentrations moyennes ou extrêmes supérieures à la norme de consommation fixée à 0,5 mg/kg; il s'agit de la Perchaude, du Grand Brochet, du Doré jaune et du Meunier noir. La Barbotte brune dépasse cette norme uniquement dans le cas des analyses effectuées par Lévesque et Pomerleau (1986). Selon les données les plus récentes (Environnement Canada, 1990), le Doré jaune et le Grand Brochet présentent des concentrations moyennes semblables de mercure dans les chairs (respectivement 0,34 et 0,31 mg/kg), et certains spécimens des deux espèces ont des teneurs dépassant la norme (figure 22). Les fréquences de dépassement des normes sont respectivement de 58, 28, et 15 p. 100 pour le Doré jaune, le Grand Brochet et le Meunier noir (Lévesque et Pomerleau, 1986). Selon Langlois et Sloterdijk (1988), 75 p. 100 et plus des gros

Tableau 31 ***Concentrations de mercure (mg/kg masse humide) mesurées dans les chairs de diverses espèces de poissons du lac Saint-Pierre***

Espèce	Étude	Année	Taille**	Nombre d'individus dans l'homogénat	*n*	Moyenne	σ	Minimum	Maximum
Barbotte brune	4	1986	P	5	5	0,112	0,036	0,08	0,16
			M	5	5	0,116	0,029	0,07	0,14
			G	5	5	0,194	0,044	0,15	0,25
	7	1984	T	1	24	0,23	0,11	0,11	0,60
	10	1976	T		27	0,10		0,03	0,17
	8***	1975-1976	T		25	0,10		0,05	0,2
	11	1974-1975	T		10	0,15		0,13	0,19
		1970-1972	T		27	0,19		0,05	0,40
Perchaude	4	1986	P	10	5	0,124	0,029	0,08	0,16
			M	10	5	0,17	0,01	0,16	0,18
			G	4 à 10	5	0,226	0,026	0,20	0,26
	7	1984	T	1	16	0,30	0,14	0,15	0,67
	10	1976	T		18	0,21		0,04	0,39
	8***	1975-1976	T		24	0,30		0,1	0,5
	11	1974-1975	T		10	0,30		0,22	0,45
		1970-1972	T		41	0,31		0,06	0,57
Grand Brochet	1	1989	T	1	11	0,32	0,22	0,09	0,75
	4	1986	P	5	5	0,248	0,080	0,18	0,37
			M	5	5	0,366	0,048	0,29	0,42
			G	1 à 5	4	0,633	0,142	0,45	0,79
	7	1984	T	1	36	0,36	0,20	0,12	0,92
	10	1977	T		1	0,73			
		1976	T		41	0,39		0,14	1,08
	8***	1975-1976	T		23	0,4		0,1	0,8
	11	1974-1976	T		3	0,41		0,3	0,52
		1970-1972	t		64	0,73		0,21	1,64

Tableau 31 (suite)

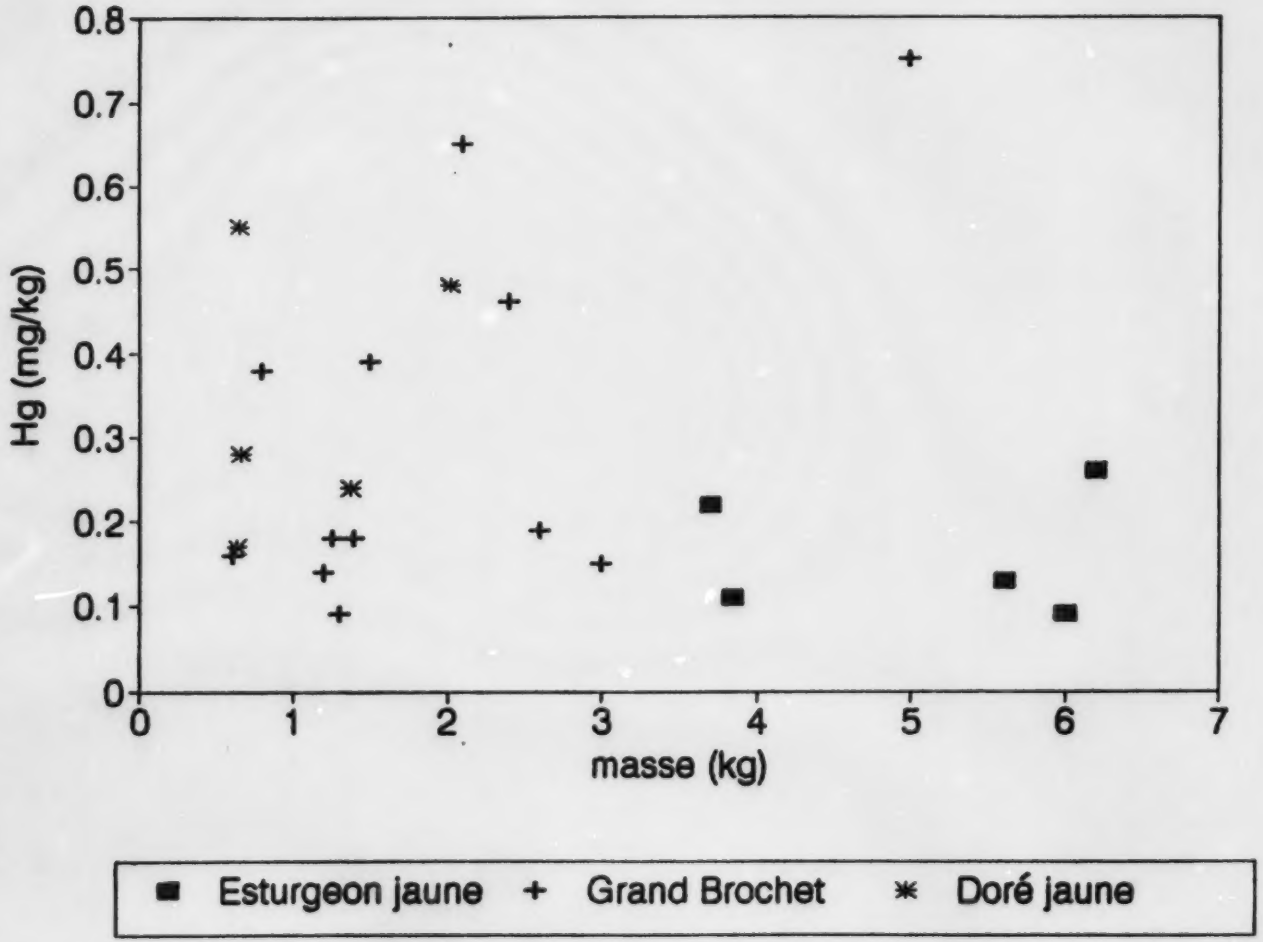
Espèce	Étude	Année	Taille**	Nombre d'individus dans l'homogénat	*n*	Moyenne	σ	Minimum	Maximum
Doré jaune	1	1989	T	1	5	0,34	0,16	0,17	**0,55**
	4	1986	P	1 à 5	5	0,338	0,072	0,27	0,44
			M	4 à 5	5	0,384	0,029	0,35	0,42
			G	5	5	**0,596**	0,102	0,49	**0,72**
	7	1984	T	1	24	**0,64**	0,36	0,24	**1,47**
	10	1977	T		7	**0,52**		0,27	**0,84**
		1976	T		7	**0,53**		0,27	**1,10**
	8***	1975-1976	T		12	**0,5**		0,3	**1,1**
	11	1970-1972	T		41	**0,75**		0,29	**2,28**
Esturgeon jaune	1	1989	T	1	5	0,16	0,07	0,09	0,26
	7	1984	T	1	9	0,16	0,10	0,04	0,33
Meunier noir	7	1984	T	1	20	0,43	0,22	0,16	**1,16**
	10	1977	T		12	0,36		0,15	0,42
		1976	T		2	0,31		0,33	**0,62**
	8***	1975-1976	T		4	0,4		0,2	**0,6**
	11	1974-1975	T		1	0,43			
		1970-1972	T		8	0,28		0,13	0,48
Meunier rouge	7	1984	T	1	2	0,38		0,30	0,45
Achigan à grande bouche	7	1984	T	1	5	0,15	0,11	0,06	0,33

Remarque : La norme est de 0,5 mg/kg (Santé et Bien-être social Canada, 1985). Les valeurs en gras dépassent la norme.

*Étude n° 1 par Environnement Canada, données de 1990. Étude n° 4 par Paul et Laliberté (1989a). Étude n° 7 par Lévesque et Pomerleau (1986). Étude n° 8 par Sloterdijk (1977. Étude n° 11 par le ministère des Pêches et Océans, dans Lévesque et Pomerleau (1986).

** Taille : P (petit), M (moyen), G (grand), T (total).

*** Les analyses de cette étude ont été réalisées sur des homogénats de chair, peau et os.



Source : Environnement Canada, 1990.

Figure 22 ***Concentrations de mercure mesurées dans la chair de Grands Brochets (Esox Lucius), de Dorés jaunes (Stizostedion vitreum) et d'Esturgeons jaunes (Acipenser fulvescens) capturés au lac Saint-Pierre en septembre 1989***

spécimens de Grand Brochet (70 cm et plus), de Doré jaune (50 cm et plus) et de Lotte (60 cm et plus) dépassent la norme de mise en marché de Santé et Bien-être Social Canada.

En plus de la variabilité interspécifique, on observe une variabilité intraspécifique. Des relations positives significatives entre la masse (ou la taille) et la teneur en mercure ont été mises en évidence dans le cas du Doré jaune (Lévesque et Pomerleau, 1986; Paul et Laliberté, 1989b), de la Perchaude (Lévesque et Pomerleau, 1986) et du Grand Brochet (Paul et Laliberté, 1989b).

La relation positive entre la teneur et la masse (ou la taille) permet de mettre en évidence le phénomène de bioaccumulation; les concentrations de mercure augmentent à mesure que les individus augmentent de masse. À partir d'une certaine masse, les poissons ont plus de probabilité de dépasser la norme.

Cependant, lors de l'utilisation d'une droite de régression à des fins de prédiction d'une masse (ou d'une taille) critique en regard de la consommation, on se doit de considérer la variabilité de la valeur estimée. La limite inférieure de l'intervalle de confiance de la masse critique serait une façon de s'assurer d'un pourcentage connu du non-dépassement d'une norme de consommation pour une espèce donnée. Lévesque et Pomerleau (1986) ont calculé des intervalles de confiance qu'ils ont jugés trop étendus pour être applicables et ont utilisé la valeur estimée sans considérer sa variabilité.

7.6.2.4 ***Contaminants organochlorés.*** - Les concentrations de plusieurs contaminants organochlorés analysés dans les chairs de poissons se situent sous les limites de détection ou sous les normes (Langlois et Sloterdijk, 1989 et 1988; Paul et Laliberté, 1988). Les seuls composés organochlorés fréquemment détectés et dépassant occasionnellement les normes sont les BPC (tableau 32) et le mirex (tableau 33).

Pour les BPC, la norme émise par Santé et Bien-être social Canada (1985) est de 2 mg/kg. Selon les études consultées, les seules espèces qui présentent des teneurs moyennes ou extrêmes supérieures à cette norme sont l'Anguille d'Amérique et l'Esturgeon jaune. Remarquons que cette valeur est une norme établie en tenant compte à la fois de la santé des consommateurs et des pertes excessives de nourriture

sur le marché qui découleraient de l'application d'une norme plus sévère (*Federal Register*, 1979).

De plus, les risques pour la santé sont évalués pour une personne de 154 livres consommant 5,2 livres de poisson par année (*Food Chemical News*, 1989) et ne tiennent donc pas compte des risques pour d'autres groupes d'individus ou ceux consommant plus de poisson.

Suite à ces considérations, l'U.S. Environmental Protection Agency (EPA) recommande l'application d'un critère de qualité nettement plus sévère, soit 0,002 mg/kg (*Food Chemical News*, 1989).

Selon Lévesque et Pomerleau (1986), les Anguilles d'Amérique capturées au lac Saint-Pierre se séparent en deux groupes en fonction de la saison de capture : les anguilles résidentes capturées au printemps et à l'été et les anguilles migratrices, en provenance des Grands Lacs, capturées à l'automne. Selon cette hypothèse, les anguilles résidentes ont une concentration moyenne de BPC dans les chairs de 1,141 ± 0,835 mg/kg (n = 12), alors que celles qui sont en migration ont une concentration moyenne de BPC de 4,081 ± 1,434 mg/kg (n = 3). La différence est statistiquement significative (test-t, p < 0,01) entre les concentrations de BPC pour ces deux groupes d'anguilles (Lévesque et Pomerleau, 1986). Desjardins *et al.* (1983b) avaient aussi séparé les Anguilles d'Amérique du lac Saint-Pierre en anguilles migratrices et en anguilles résidentes. Cependant, le critère pour distinguer les deux groupes était la maturité sexuelle (les anguilles migratrices étant plus matures que les résidentes). Ils ont observé une différence entre ces deux groupes au niveau de la contamination par les BPC. Cependant, les valeurs qu'ils ont obtenues ne sont comparables ni à celles de Lévesque et Pomerleau (1986), ni à la norme, puisqu'elles ont été obtenues à partir d'homogénats de chairs, de peaux et d'os.

La concentration moyenne de BPC mesurée pour un échantillon de cinq Esturgeons jaunes de grande taille (125 cm et plus) est de 3,01 ± 2,49 mg/kg. Trois de ces cinq spécimens présentent des teneurs supérieures à la norme (Paul et Laliberté, 1988). Ces résultats suggèrent que la contamination par les BPC de la chair d'esturgeons provenant du lac Saint-Pierre doit faire l'objet d'une surveillance.

Tableau 32 ***Concentrations de biphényles polychlorés (µg/kg masse humide) dans la chair de diverses espèces de poissons du lac Saint-Pierre***

Espèce	Étude*	Année	Taille**	Nombre d'individus dans l'homogénat	*n*	Moyenne	σ	Minimum	Maximum
Barbotte brune	5	1986	P	5	5	54	11,4	40	70
			M	5	5	64	37,82	<10	100
			G	5	5	132	49,7	60	190
	6	1985	P	5	6	100			
			M	5	6	70			
			G	5	4	430			
	7	1983	P	2	1	27			
			M	2	1	37			
			G	2	1	112			
Perchaude	5	1986	P	10	5	16	5,48	10	20
			M	10	5	12	4,47	10	20
			G	4 à 10	5	18	13,04	10	40
	6	1985	P	5	8	30			
			M	5	2	20			
	7	1983	P	2	1	30			
			M	2	1	17			
			G	2	1	28			
Grand Brochet	5	1986	P	5	5	60	10	50	70
			M	5	5	42	17,89	30	70
			G	1 à 5	4	65	42,03	20	110
	6	1985	P	5	6	20			
			M	5	3	40			
			G	5	1	100			
	7	1983	P	1	3	23	6	21	33
			M	3	1	133			
			G	1	3	113	78	62	203
Doré jaune	5	1986	P	1 à 5	5	56	15,17	40	70
			M	4 à 5	5	64	35,78	60	150
			G	5	5	100	79,06	50	240
	6	1985	P	5	3	30			
			M	5	2	50			
			G	5	4	90			
	7	1983	P	3	1	248			
			M	3	1	100			
			G	1	3	349	279	163	669

Tableau 32 *(suite)*

Espèce	Étude*	Année	Taille**	Nombre d'individus dans l'homogénat	*n*	Moyenne	σ	Minimum	Maximum
Esturgeon jaune	6	1985	P	5	1	710			
			M	5	1	940			
			G	5	1	1750			
			G	1	5	3010	2490	1260	7400
Frais	7	1983	T	1	1	661			
Fumé			T	1	1	1048			
Cuit			T	1	1	1288			
Anguille d'Amérique									
Printemps	7	1983	P	1	3	2007	206	1810	2220
			M	1	3	223	13	212	237
			G	1	3	1843	218	1617	2037
Été			P	1	2	473	32	450	495
			M	1	1	558			
Automne			P	3	1	2516			
			M	2	1	5333			
			G	2	1	4393			
Anguille d'Amérique									
Migratrice***	10****	1982	T		113	3530	3290	120	14 220
Résidente***			T		31	1160	1530	220	8 600
Meunier noir	7	1983	P	2	1	245			
			M	2	1	483			
			G	1	2	169	62	125	213
Meunier rouge	7	1983	P	1	2	207	33	183	230
			M	1	1	334			
Carpe	6	1985	P	5	1	40			
			M	5	1	480			
			G	5	1	890			
	7	1983	P	1	3	42	29	25	76
			M	1	3	186	37	154	226
			G	1	3	269	152	118	421
Lotte	2	1986	T	2 à 5	3	193			
	7	1983	P	2	1	14			
			M	1	2	18	1	17	19
			G	1	2	65	23	49	81

Tableau 32 (suite)

Espèce	Étude*	Année	Taille**	Nombre d'individus dans l'homogénat	*n*	Moyenne	σ	Minimum	Maximum
Achigan à petite bouche	7	1983	P	2	1	27			
			M	1	1	22			
			G	1	1	138			
Alose savoureuse	7	1983	P	1	1	29			
			M	1	1	80			
			G	1	1	158			

Remarque : La norme est de 2000 µg/kg (Santé et Bien-être Social Canada, 1985). Les valeurs en gras dépassent la norme.

* Étude n° 2 par Langlois et Sloterdijk (1989). Étude n° 5 par Paul et Laliberté (1989b). Étude n° 6 par Paul et Laliberté (1988). Étude n° 7 par Lévesque et Pomerleau (1986). Étude n°10 par Desjardins *et al.* (1983b).

** Taille : P (petit), M (moyen), G (grand), T (total).

*** Selon les critères de maturité sexuelle (Desjardins *et al.*, 1983b).

**** Les tissus analysés sont les chairs, peaux et os.

Tableau 33 *Concentrations de mirex (mg/kg masse humide) dans la chair de diverses espèces de poissons du lac Saint-Pierre*

Espèce	Étude*	Année	Taille**	Nombre d'individus dans l'homogénat	*n*	Moyenne	σ	Minimum	Maximum
Barbotte brune	7	1983	P	2	1	Tr			
			M	2	1	Tr			
			G	2	1	Tr			
Perchaude	7	1983	P	2	1	Tr			
			M	2	1	Tr			
			G	2	1	Tr			
Grand Brochet	7	1983	P	1	3	ND			
			M	3	1	2			
			G	1	3	1	1	Tr	1
Doré jaune	7	1983	P	3	1	7			
			M	3	1	1			
			G	1	3	11	15	2	29
Barbotte brune	3	1986	T	5	20				
Perchaude			T	4 à 10	15	2,8	1	7	
Grand Brochet			T	1 à 5	14				
Doré jaune			T	1 à 5	15				
Esturgeon jaune									
Frais	7	1983	T	1	1	3			
Fumé	7	1983	T	1	1	5			
Cuit	7	1983	T	1	1	7			
Anguille d'Amérique									
Printemps	7	1983	P	1	3	37	3	34	40
			M	1	3	17	2	15	19
			G	1	3	244	12	230	252
Été			P	1	2	3	1	2	3
			M	1	1	Tr			
Automne			P	3	1	32			
			M	2	1	337			
			G	2	1	267			
Anguille d'Amérique									
Migratrice***	9****	1982	T	113	80	108	<1	548	
Résidente***			T	31	12	56	<1	308	

Tableau 33 (suite)

Espèce	Étude*	Année	Taille**	Nombre d'individus dans l'homogénat	*n*	Moyenne	σ	Minimum	Maximum
Meunier noir	7	1983	P	2	1	1			
			M	2	1	Tr			
			G	1	2	3	1	2	3
Meunier rouge	7	1983	P	1	2	1	1	ND	2
			M	1	1	1			
Carpe	7	1983	P	1	3	Tr			
			M	1	3	1	1	Tr	1
			G	1	3	1	1	Tr	2
Lotte	2	1986	T	2 à 5	3	ND			
	7	1983	P	2	1	Tr			
			M	1	2	Tr	ND	Tr	
			G	1	2	Tr			
Achigan à petite bouche	7	1983	P	2	1	ND			
			M	1	1	ND			
			G	1	1	Tr			
Alose savoureuse	7	1983	P	1	1	Tr			
			M	1	1	ND			
			G	1	1	2			

Remarque : La norme est de 100 mg/kg (Santé et Bien-être Social Canada, 1985). Les valeurs soulignées dépassent la norme.

* Étude n° 2 par Langlois et Sloterdijk, 1989. Étude n° 3 par Langlois et Sloterdijk, 1988. Étude n° 7 par Lévesque et Pomerleau, 1986. Étude n° 9 par Desjardins *et al.*, 1983a.

** Taille : P (petit), M (moyen), G (grand), T (total).

*** Selon les critères de maturité sexuelle (Desjardins *et al.*, 1983a).

**** Les tissus analysés sont les chairs, peaux et os.

Tr : traces. ND : non détecté

Les concentrations de mirex détectées dans les chairs de poissons sont sous la norme de consommation de Santé et Bien-être social Canada (1985) fixée à 100 µg/kg, sauf dans le cas de l'Anguille d'Amérique dont la concentration moyenne s'élève à 103 ± 123 µg/kg. Près de 33 p. 100 des anguilles seraient impropres à la consommation selon cette norme (Lévesque et Pomerleau, 1986). De plus, ces mêmes auteurs ont comparé les concentrations moyennes de mirex observées chez les Anguilles d'Amérique migratrices et résidentes (la distinction est basée sur la saison de capture). Ils ont observé une différence significative (test-*t*, $p < 0,10$) entre ces deux groupes d'anguilles; les anguilles migratrices présentent une concentration moyenne de mirex dans leurs chairs de 212 ± 160 µg/kg ($n = 3$), alors que les anguilles résidentes présentaient une concentration moyenne de 75 ± 103 µg/kg ($n = 12$). D'autres chercheurs ont aussi montré des différences de contamination par le mirex entre des anguilles migratrices et des anguilles résidentes dont respectivement 64 et 13 p. 100 des spécimens étaient contaminés à des niveaux dépassant la norme de consommation (Desjardins *et al.*, 1983a). Toutefois, pour ce dernier cas, les échantillons étant composés d'homogénats de chairs, de peaus et d'os, les résultats ne peuvent être comparés avec les précédents ni avec la norme.

7.6.3 Protection de la vie aquatique. - L'utilisation d'organismes aquatiques pour suivre la contamination du milieu présente des avantages par rapport aux analyses d'eaux ou de sédiments. Les organismes aquatiques concentrent certains contaminants à des niveaux qui en facilitent la détection. De plus, l'analyse des tissus animaux permet de mettre en évidence la bio-disponibilité et la bio-concentration des contaminants. Par ailleurs, les concentrations des organochlorés permettent de discriminer les stocks de poissons; l'étude de Castonguay *et al.* (1989) sur les stocks d'anguille des Grands Lacs et du Saint-Laurent en est un parfait exemple.

Pour évaluer la contamination du milieu, l'analyse des chairs de poissons est insuffisante. En effet, la contamination des chairs est un mauvais indicateur de la contamination du milieu par les BPC et les pesticides organochlorés (Langlois et Sloterdijk, 1988). Ces derniers étant lipophiles, ils se concentrent davantage dans les graisses

ou dans des tissus plus gras que les chairs. De plus, parmi les métaux, seul le mercure s'accumule préférentiellement dans les chairs (Paul et Laliberté, 1988). Ainsi, l'analyse des chairs de poissons ne permet de détecter qu'une partie des substances pouvant contaminer le milieu. Les analyses de poissons entiers ou d'organes mettent en évidence une plus grande variété de contaminants et sont donc plus appropriées à l'étude de la contamination du milieu pour la protection de la vie aquatique. Cependant, très peu de recommandations pour la protection de la vie aquatique se rapportent aux poissons entiers ou aux organes. Les normes émises par Santé et Bien-être social Canada (1985) concernant la chair seront donc utilisées pour comparer les résultats.

Dans un premier temps, nous verrons les contaminants trouvés dans les poissons entiers et dans les organes selon les résultats de l'étude de Langlois et Sloterdijk (1988 et 1989) qui sont regroupés au tableau 34. Dans un deuxième temps, il sera question de l'utilisation des poissons comme bio-indicateurs de la distribution spatiale et temporelle de la contamination du lac Saint-Pierre.

7.6.3.1 ***Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), chlorobenzènes, phénols et chlorophénols.*** - Le pyrène est le seul HAP détecté dans les poissons parmi ceux analysés. La concentration maximale mesurée est de 1200 µg/kg, et la moyenne pour 19 observations est de 1050 µg/kg. La recommandation de l'International Joint Commission (IJC, 1987) est de 1000 µg/kg. Le pyrène est donc, selon ces résultats, présent dans le milieu en quantité suffisamment élevée pour que la concentration bioaccumulée dans certains poissons soit supérieure à la recommandation de l'IJC. Parmi les chlorobenzènes recherchés, seuls le trichlorobenzène (1,2,4) et le *o*-dichlorobenzène ont été détectés dans les poissons entiers ou dans les organes de Lotte. Les concentrations maximales, observées dans le poisson entier, sont respectivement de 20 et 100 mg/kg pour ces deux chlorobenzènes. Les phénols et les chlorophénols n'ont pas été détectés dans les poissons entiers (Langlois et Sloterdijk, 1988 et 1989).

Tableau 34 ***Moyennes et étendues des teneurs en contaminants mesurées dans les poissons capturés au lac Saint-Pierre en septembre 1986***

Contaminants	Chairs (*n* = 64)		Entiers (*n* = 19)		Juvéniles (*n* = 83)		Lottes (moyenne)				Norme fédérale**
	Moyenne	Min.-Max.	Moyenne	Min.-Max.	Moyenne	Min.-Max.	Chairs (*n* = 3)	Gonades (*n* = 2)	Oeufs (*n* = 2)	Foies (*n* = 3)	
Métaux (mg/kg)											
Arsenic	--	--	0,14	<0,05-0,34	0,10	<0,05-0,53	2,08	1,47	0,69	1,39	3,5
Sélénium	--	--	0,27	0,16-0,38	0,41	0,23-0,68	0,39	0,82	1,39	1,26	ind
Mercure	0,27	0,07-0,72	0,23	0,12-0,40	0,05	0,03-0,12	0,36	0,12	0,09	0,06	0,50
Cadmium	--	--	ND	ND	0,03	<0,01-0,03	ND	ND	ND	ND	ind
Plomb	--	--	0,15	<0,10-0,20	0,23	<0,10-0,57	ND	0,37	0,32	0,29	0,50
Biphényles polychlorés (µg/kg)											
BPC totaux	58	10-240	1030	<90-3580	140	40-260	193	110	1885	10683	2000
Pesticides organochlorés (µg/kg)											
Hexachlorobenzène	1,0	<1-1	ND	ND	1,6	<1-3	ND	ND	8	27	100
p,p'-DDT	1,6	<1-4	16,0	<4-37	--	--	ND	ND	16	156	5000(total)
p,p'-DDD	3,0	<1-15	41,4	<10-98	--	--	5	ND	23	217	ind
p,p'-DDE	4,7	<1-21	74,2	8-254	8,0	3,14	6	5	135	581	ind
α-BHC	ND	ND	ND	ND	--	--	ND	ND	ND	ND	100
γ-BHC	ND	ND	ND	ND	--	--	ND	ND	ND	ND	100
α-chlordane	--	--	16,2	<4-32	--	--	ND	ND	ND	ND	100
γ-chlordane	--	--	8,3	<4-15	--	--	ND	ND	ND	ND	100
α-endosulfan	--	--	ND	ND	--	--	ND	ND	ND	ND	100
Mirex	2,8	<1-7	7,0	<4-10	ND	ND	ND	ND	11	54	100
Dieldrine	--	--	ND	ND	--	--	ND	ND	ND	ND	100
Endrine	--	--	ND	ND	--	--	ND	ND	ND	ND	100
HAP (ug/kg)											
Pyrène	--	--	1050	<50-1200	--	--	ND	ND	ND	ND	ind
Chlorobenzènes (mg/kg)											
Trichloro- 1,2,4 benzène	--	--	20	<5-20	--	--	ND	8	ND	16	ind
o-dichlorobenzène	--	--	80	<50-100	--	--	ND	ND	ND	ND	ind

Tableau 34 (suite)

Contaminants	Chairs (*n* = 64)		Entiers (*n* = 19)		Juvéniles (*n* = 83)		Lottes (moyenne)				Norme fédérale**
	Moyenne	Min.-Max.	Moyenne	Min.-Max.	Moyenne	Min.-Max.	Chairs (*n* = 3)	Gonades (*n* = 2)	Oeufs (*n* = 2)	Foies (*n* = 3)	
Lipides (%)	0,9	0,1-2,9	2,4	0,1-7,3	3,4	1,8-4,7	0,42	0,71	4,94	29,4	ind

Source : Modifié de Langlois et Sloterdijk, 1988 et 1989.

* Normes de Santé et Bien-être social Canada, 1985.

–, non analysé; ND, non détecté; ind, indéterminé.

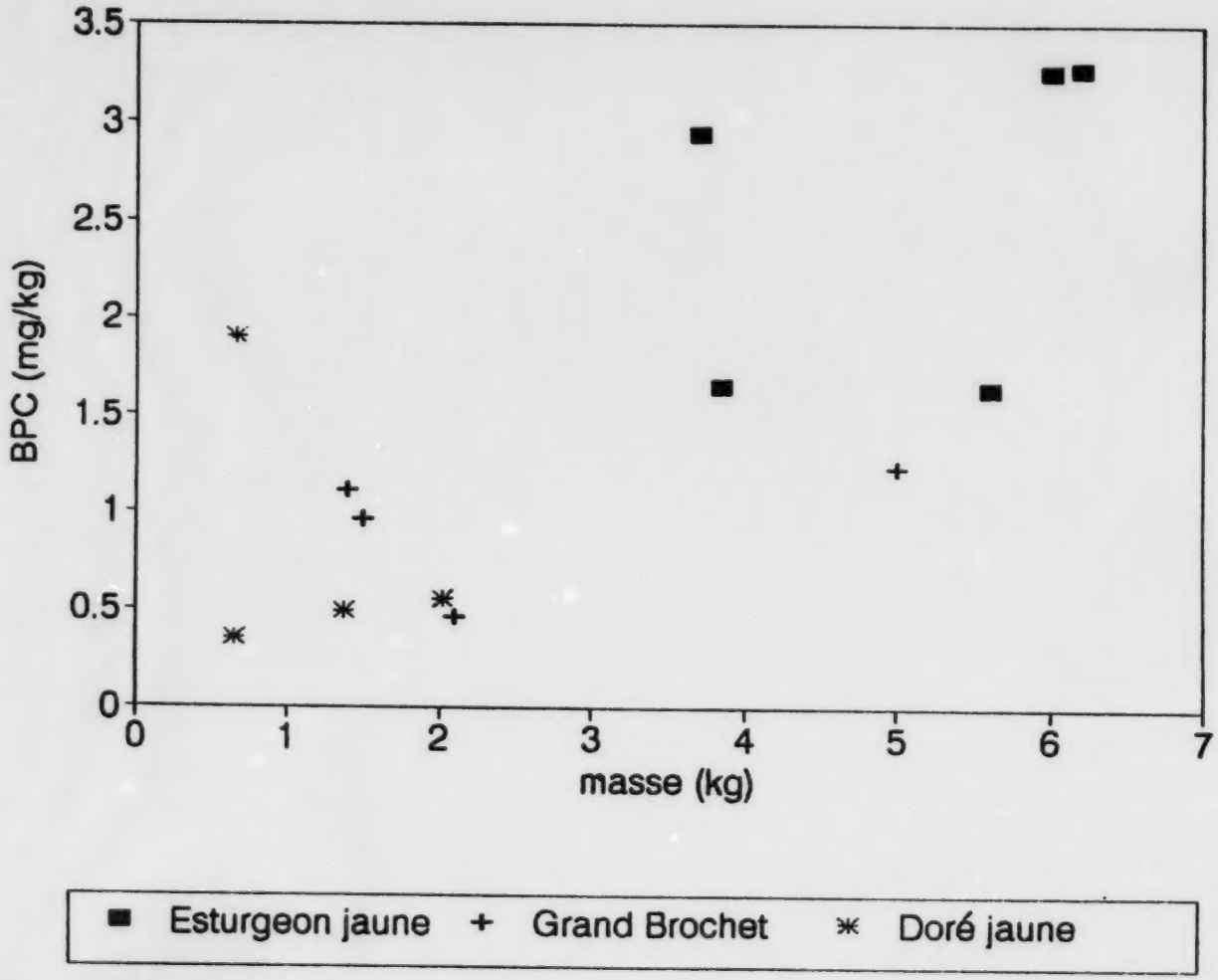
Remarque : Les espèces dont les chairs ont été analysées sont la Barbotte brune, la Perchaude, le Grand Brochet et le Doré jaune. Les espèces pour lesquelles les poissons entiers sont analysés sont le Grand Brochet, le Doré jaune, le Meunier noir et le Poisson-castor. Les juvéniles entiers traités sont le Queue à tache noir et la Perchaude.*

1. Les pesticides organochlorés suivants ont également été mesurés dans les poissons, mais ils n'ont été que très rarement détectés : heptachlore, aldrine, heptachlore-époxyde, o,p'-DDT, o,p'DDD, β-BHC, méthoxichlore et β-endosulfan.
2. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques suivants ont également été mesurés dans les poissons entiers, mais ils n'ont jamais été détectés : benzopyrène, indène, tétrahydronaphtalène, 1- et 2- methylnaphtalène, quinoline, *b*-chloronaphtalène, acénaphtylène, acénaphtène, fluorène et phénanthrène.
3. Les chlorobenzènes suivants ont également été mesurés dans les poissons entiers mais ils n'ont jamais été détectés : méta-dichlorobenzène, para-dichlorobenzène, trichlorobenzène (1, 3, 5) et (1, 2, 3), tétrachlorobenzène (1, 2, 3, 4) et penta-5-chlorobenzène.
4. Les chlorophénols suivants ont été mesurés dans les poissons entiers, mais aucun n'a été détecté : 2- chlorophénol, 2, 4- diméthylphénol, 4- chloro-3-méthylphénol, 2, 4-dichlorophénol, 2, 4, 6-trichlorophénol, 2-nitrophénol, 2-méthyl-4, 6 - dinitrophénol, 4-nitrophénol, pentachlorophénol.

7.6.3.2 ***Métaux.*** - Les concentrations d'arsenic les plus élevées sont mesurées dans les tissus de Lottes. Les oeufs, le foie, les gonades et la chair de Lotte présentent des concentrations moyennes de 0,69, 1,39, 1,47 et 2,08 mg/kg respectivement. Ces valeurs sont toutefois inférieures à la norme de consommation (Santé et Bien-être social Canada, 1985). Les concentrations moyennes maximales de sélénium sont mesurées dans les oeufs et le foie de Lotte avec respectivement 1,39 et 1,26 mg/kg. Ces valeurs sont inférieures à la recommandation de l'IJC (IJC, 1987) qui est de 3,0 mg/kg pour le sélénium. Les concentrations de mercure trouvées dans les individus entiers et les organes sont inférieures à celles trouvées dans les chairs. Le cadmium est trouvé seulement dans les jeunes poissons entiers (Perchaude et Queue à tache noire) où la concentration maximale atteint 0,03 mg/kg (Langlois et Sloterdijk, 1988 et 1989). La concentration maximale de plomb détectée dans les jeunes poissons dépasse la norme fédérale (Santé et Bien-être social Canada, 1985) fixée à 0,5 mg/kg; la valeur maximale atteinte est de 0,57 mg/kg (Langlois et Sloterdijk, 1988 et 1989).

7.6.3.3 ***Contaminants organochlorés.*** - Dans l'ensemble, les pesticides organochlorés mesurés dans les poissons entiers et dans les organes atteignent des concentrations qui sont sous les normes. Dans le cas du DDT (et ses dérivés) et du mirex, les concentrations sont supérieures à celles mesurées dans les chairs (Langlois et Sloterdijk, 1988 et 1989). Les concentrations de mirex les plus élevées ont été mesurées dans des homogénats de chairs, de peaux et d'os d'Anguilles d'Amérique (Desjardins *et al.*, 1983a).

Les BPC sont aussi détectés en concentrations plus importantes dans les individus entiers ou les organes que dans les chairs. Les données les plus récentes d'analyses de BPC dans les foies (Environnement Canada, 1990) montrent que trois Esturgeons jaunes sur cinq dépassent la norme de Santé et Bien-être social Canada (figure 23). Dans le cas des autres espèces traitées, soit le Grand Brochet et le Doré jaune, aucun individu ne dépasse la norme. Cependant, les échantillons analysés dans le cas de ces deux dernières espèces n'incluent pas de gros individus et ne peuvent être considérés comme représentatifs de leur population au lac Saint-Pierre.



Source : Environnement Canada, 1990.

Figure 23 ***Concentrations de BPC mesurées dans le foie de Grands Brochets (Esox lucius), de Dorés jaunes (Stizostedion vitreum) et d'Esturgeons jaunes (Acipenser fulvescens) capturés au lac Saint-Pierre en septembre 1989***

7.6.3.4 ***Répartition spatiale de la contamination.*** - La détermination de l'origine spatiale des populations d'anguilles du lac Saint-Pierre en fonction du degré de contamination a été réalisée à partir d'adultes. En effet, Dutil *et al.* (1985) ont déterminé que les anguilles contaminées au mirex constituent un stock en provenance du lac Ontario. De plus, la variabilité des concentrations de 15 contaminants organochlorés a permis la discrimination de l'origine géographique des stocks d'anguilles (Castonguay *et al.*, 1989).

Toutefois, la répartition spatiale des contaminants est généralement difficile à mettre à jour avec les poissons adultes puisque la variabilité interindividuelle est souvent plus forte que celle entre les sites. Ce sont les déplacements (ou les migrations), la grande variété des régimes alimentaires et les cycles de reproduction qui induisent cette variabilité chez les adultes (Guay et Dandurand, 1986).

Contrairement aux poissons adultes, les jeunes poissons présentent moins de variabilité de contamination interindividuelle (Buijse, 1987; Guay et Dandurand, 1986). De ce fait, ces jeunes poissons présentent un bon potentiel d'utilisation comme bio-indicateurs de la contamination du milieu. Parce qu'ils sont sédentaires, ils peuvent être considérés représentatifs d'une contamination localisée. L'espèce principalement utilisée est le Queue à tache noire avec, comme espèce de remplacement, la Perchaude (Langlois et Sloterdijk, 1989; Buijse, 1987; Guay et Dandurand, 1986).

Langlois et Sloterdijk (1989) ont observé des différences importantes de contamination des jeunes poissons par le DDE et les BPC entre l'amont et l'aval du lac Saint-Pierre. Pour le DDE, les valeurs observées à l'amont et à l'aval sont respectivement de 7,8 et de 4,8 µg/kg. Dans le cas des BPC, les concentrations moyennes mesurées sont respectivement de 157 et de 74 µg/kg. Buijse (1987) a aussi obervé une diminution de la contamination des jeunes poissons par les BPC entre l'amont et l'aval du lac.

La contamination des jeunes poissons permet aussi l'étude de la variabilité temporelle de la contamination du milieu. Par exemple, Buijse (1987) a observé à une marina près de Sorel une diminution de la contamination des jeunes poissons par le chrome, le nickel et le plomb entre deux périodes d'échantillonnage. Un premier échan-

tillonnage avant la fermeture de la marina a permis de détecter des concentrations de chrome, de nickel et de plomb dans les jeunes poissons supérieures à celles mesurées lors d'un second échantillonnage effectué après la fermeture de la marina.

7.7 Indicateurs d'effets sous-létaux

Les approches conventionnelles utilisées pour évaluer l'impact des contaminants sur les organismes vivants reposent sur les essais en laboratoire (bio-essais, tests de toxicité et étude des modes d'action). Elles deviennent insuffisantes lorsqu'il s'agit de transposer les résultats au milieu naturel. Des effets synergiques ou antagonistes peuvent intervenir, et les résultats obtenus à partir d'organismes testés sont difficilement transposables à des espèces plus tolérantes ou acclimatées au milieu. À la suite d'une revue de la littérature sur les méthodes d'évaluation des effets sous-létaux (Procéans, 1989), deux indicateurs biochimiques (oxydases à fonctions multiples et métallothionéine) et deux indicateurs histologiques (foie et branchies) ont été retenus et mesurés dans le cadre d'un programme d'études utilisant les communautés ichtyennes pour établir l'état de santé des écosystèmes du fleuve Saint-Laurent (Langlois et Lapierre, 1989).

7.7.1 Indicateurs biochimiques

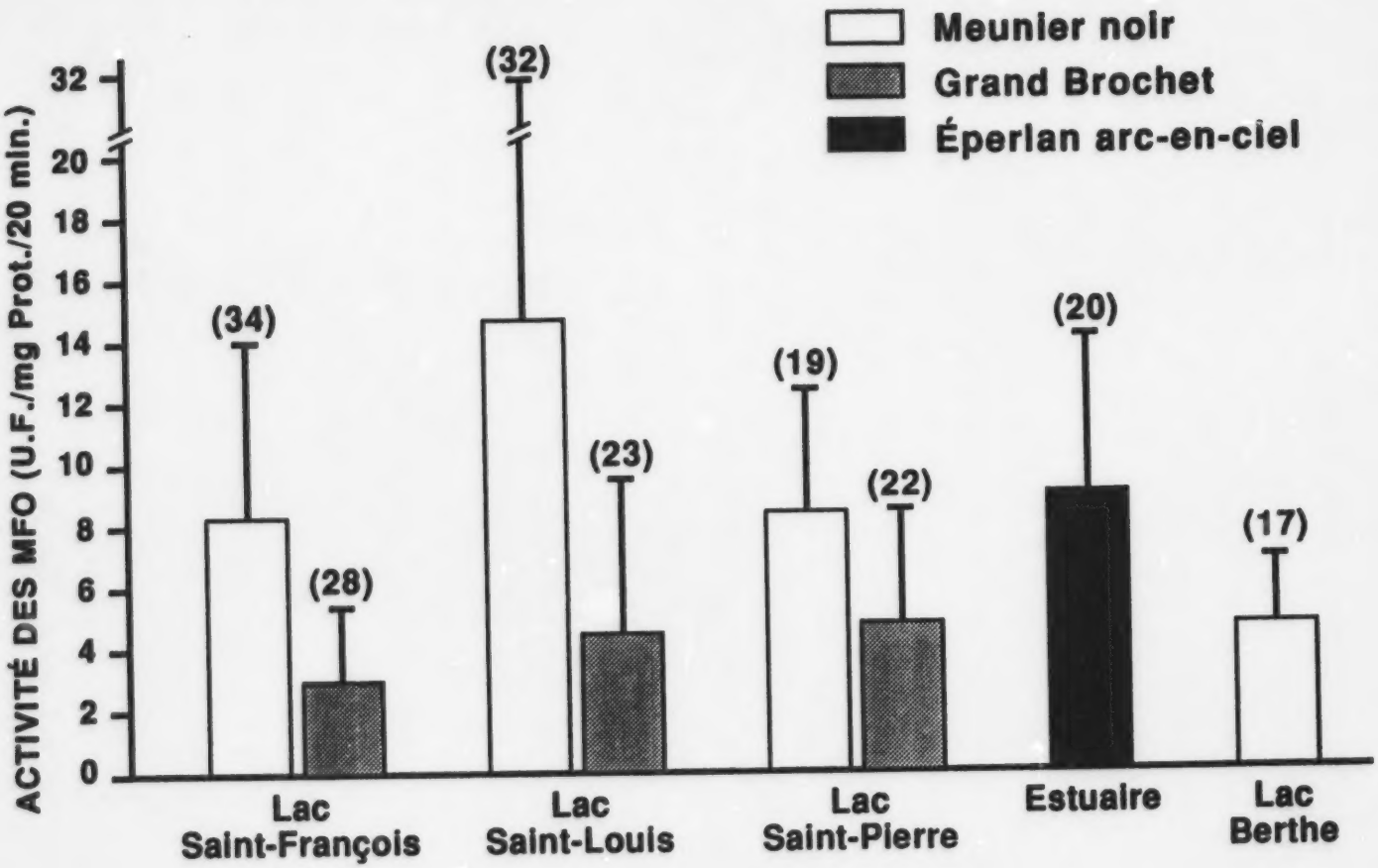
7.7.1.1 ***Oxydases à fonctions multiples.*** - Cette méthode biochimique (MFO) permet de mesurer la réponse générale des organismes aux contaminants, et particulièrement aux substances organiques. Elle s'appuie sur un dosage des enzymes du foie activés pour la dégradation naturelle de substances endogènes (ex. : hormones stéroïdes de la reproduction) mais aussi par une exposition à des substances exogènes, surtout les substances toxiques organiques. L'aryl hydrocarbone hydroxylase (AHH), une enzyme faisant partie du système enzymatique «cytochrome P-450», a été mesuré pour évaluer, sur les organismes, le stress engendré par les contaminants organiques tels que les biphényles polychlorés (BPC), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les autres hydrocarbures, la tétrachlorodibenzodioxine (TCDD), le mirex et l'hexachlorobenzène (HCB).

Quatre sites du lac Saint-Pierre ont été échantillonnés pour la récolte de spécimens à soumettre à ces analyses (Leclerc, 1990). Il s'agit des stations Saint-Barthélemy, Sorel, Nicolet (île Moras) et Yamachiche.

Le Meunier noir, le Grand Brochet et la Barbotte brune ont été récoltés, et les dosages de MFO dans le foie, effectués (Analex, 1990). Les résultats préliminaires (figure 24) indiquent une réponse au stress toxique plus élevée dans le cas du Meunier noir, espèce plus étroitement associée aux sédiments, et en deuxième lieu, chez le Grand Brochet. Une activité générale plus élevée des MFO a également été trouvée aux stations de la rive sud (Sorel et Nicolet), comparativement aux stations de la rive nord (Saint-Barthélemy et Yamachiche).

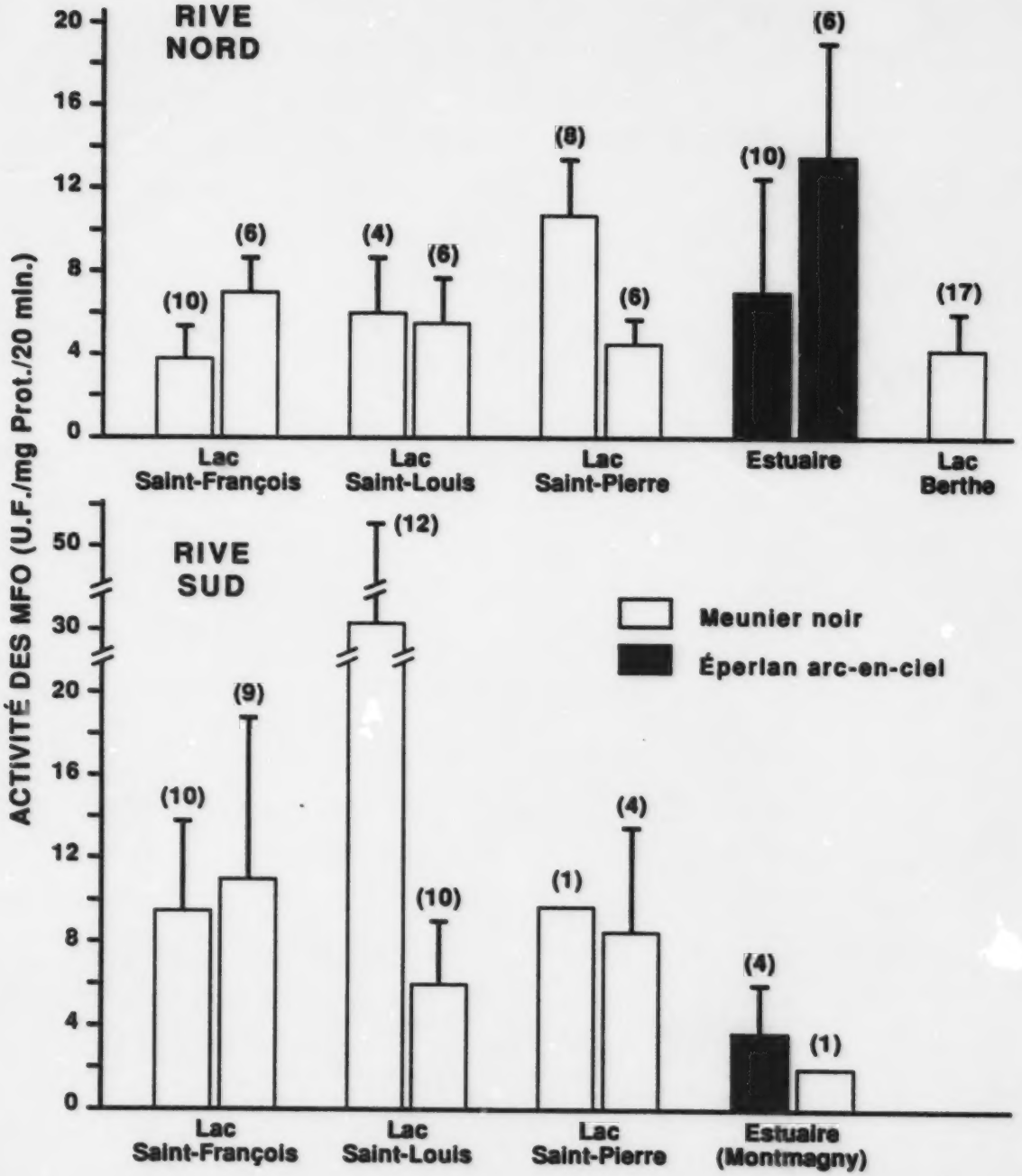
Les plus fortes réponses obtenues ont cependant été mesurées sur la rive nord (station Saint-Barthélemy) et ont été trouvées chez le Meunier noir (figure 25). Bien que préliminaires, ces résultats apparaissent d'ores et déjà d'une grande utilité pour l'établissement d'un bilan de santé des organismes et ont fait l'objet de recommandations pour une poursuite des travaux en ce sens. D'autre part, ces résultats seront examinés à la lumière des résultats d'analyses de contaminants aux mêmes stations.

7.7.1.2 ***Métallothionéine.*** - La métallothionéine (MT) est une protéine du foie qui se complexe aux métaux (Klaverkamp *et al.*, 1984). Elle constitue un bon indicateur de l'exposition au cuivre, au cadmium, au zinc et au mercure. Les concentrations de MT ont été mesurées chez les mêmes espèces et pour les mêmes stations que dans le cas des dosages de MFO. Les premiers résultats (figure 26) indiquent de plus fortes concentrations de MT chez toutes les espèces à la station Saint-Barthélemy, sur la rive nord et dans la partie amont du plan d'eau, suivie par les poissons capturés à la station Nicolet, sur la rive sud et dans la partie aval du lac. Notons, dans ce dernier cas, que les niveaux atteints ne dépassent pas les concentrations de MT trouvées chez le Meunier noir d'un lac témoin, situé dans les Laurentides, et considéré exempt de pollution de source industrielle. Un examen plus approfondi des résultats et leur intégration aux données de contamination du milieu (organismes et sédiments) est en cours. La



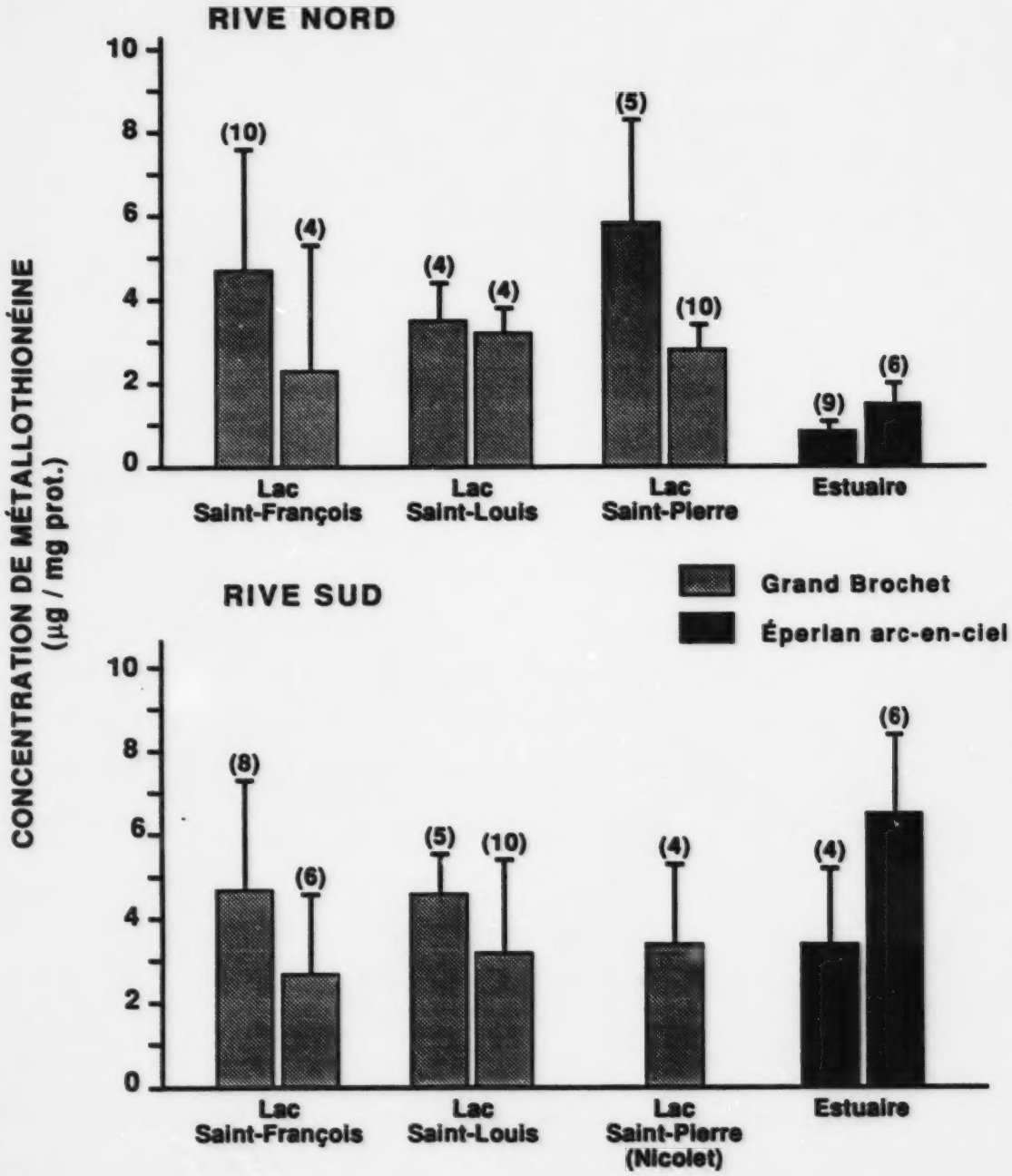
Source : Langlois *et al.*, 1990.

Figure 24 ***Activité moyenne des MFO (aryl hydrocarbone hydroxylase) chez le Meunier noir, le Grand Brochet et l'Éperlan arc-en-ciel dans quelques sections du fleuve Saint-Laurent (n)***



Source : Langlois *et al.*, 1990.

Figure 25 ***Activité moyenne des MFO (aryl hydrocarbone hydroxylase) chez le Meunier noir et l'Éperlan arc-en-ciel à tous les sites et en fonction des rives nord et sud (n)***



Source : Langlois *et al.*, 1990.

Figure 26 ***Concentration moyenne de métallothionéine chez le Grand Brochet et l'Éperlan arc-en-ciel (n)***

poursuite de cette activité s'effectue actuellement plus près de sources locales d'effluents industriels.

7.7.2 Indicateurs histologiques. - Un examen histologique du foie et des branchies des poissons du lac Saint-Pierre a été réalisé en 1989 (Audet, 1990). Deux espèces ont été choisies parmi celles soumises aux analyses d'indicateurs biochimiques, soit le Grand Brochet et le Meunier noir. Les examens ont été effectués sur les spécimens provenant de deux stations de la rive sud du lac Saint-Pierre : Sorel et Nicolet.

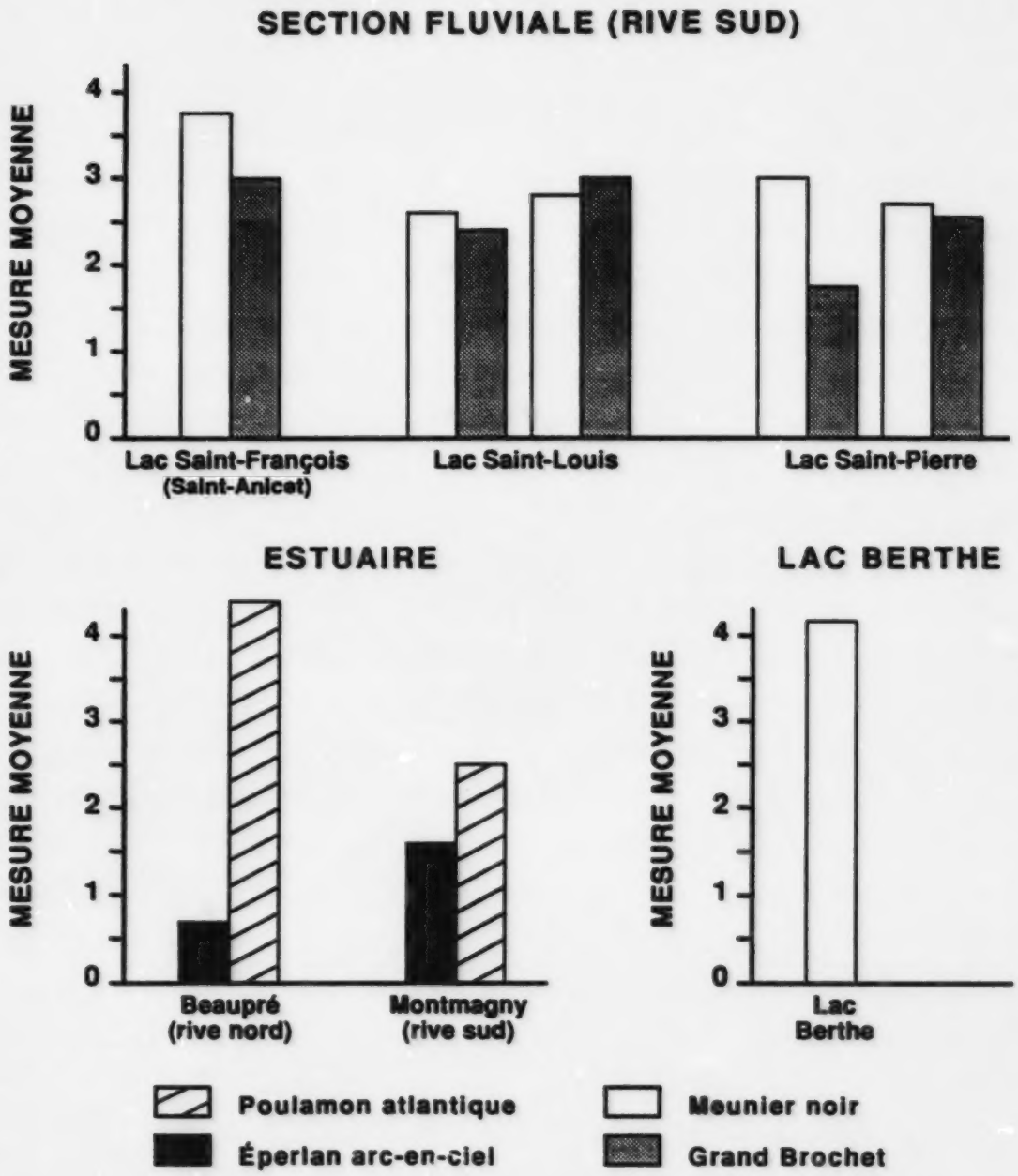
À partir de caractéristiques définies pour évaluer le degré d'atteinte à la santé des poissons (critères semi-quantitatifs), les résultats montrent que les Grands Brochets de la station de Nicolet affichaient des anomalies morphologiques des branchies (hyperplasies, déformations lamellaires, dérèglement des cellules à mucus ou à chlorures, etc.) plus sévères que ceux de Sorel, où le degré d'atteinte à la santé était qualifié de très faible (figure 27). Les Meuniers noirs pour leur part montraient des signes d'atteinte à la santé plus sévères et plus généralisés que les Grands Brochets, mais le site de Nicolet était celui où le niveau était relativement plus faible.

Les résultats relatifs au foie, quoique plus difficilement interprétables, montrent que la santé des Grands Brochets du lac Saint-Pierre est atteinte à un degré qualifié de moyen (infiltrations lipidiques, déformations de cellules, etc.) comparativement au Meunier noir, qui est atteint de façon plus sévère et plus généralisée (figure 28).

Une interprétation plus approfondie des résultats est en cours, mais les observations laissent entrevoir que les poissons sont atteints, et ce, de façon à peu près généralisée.

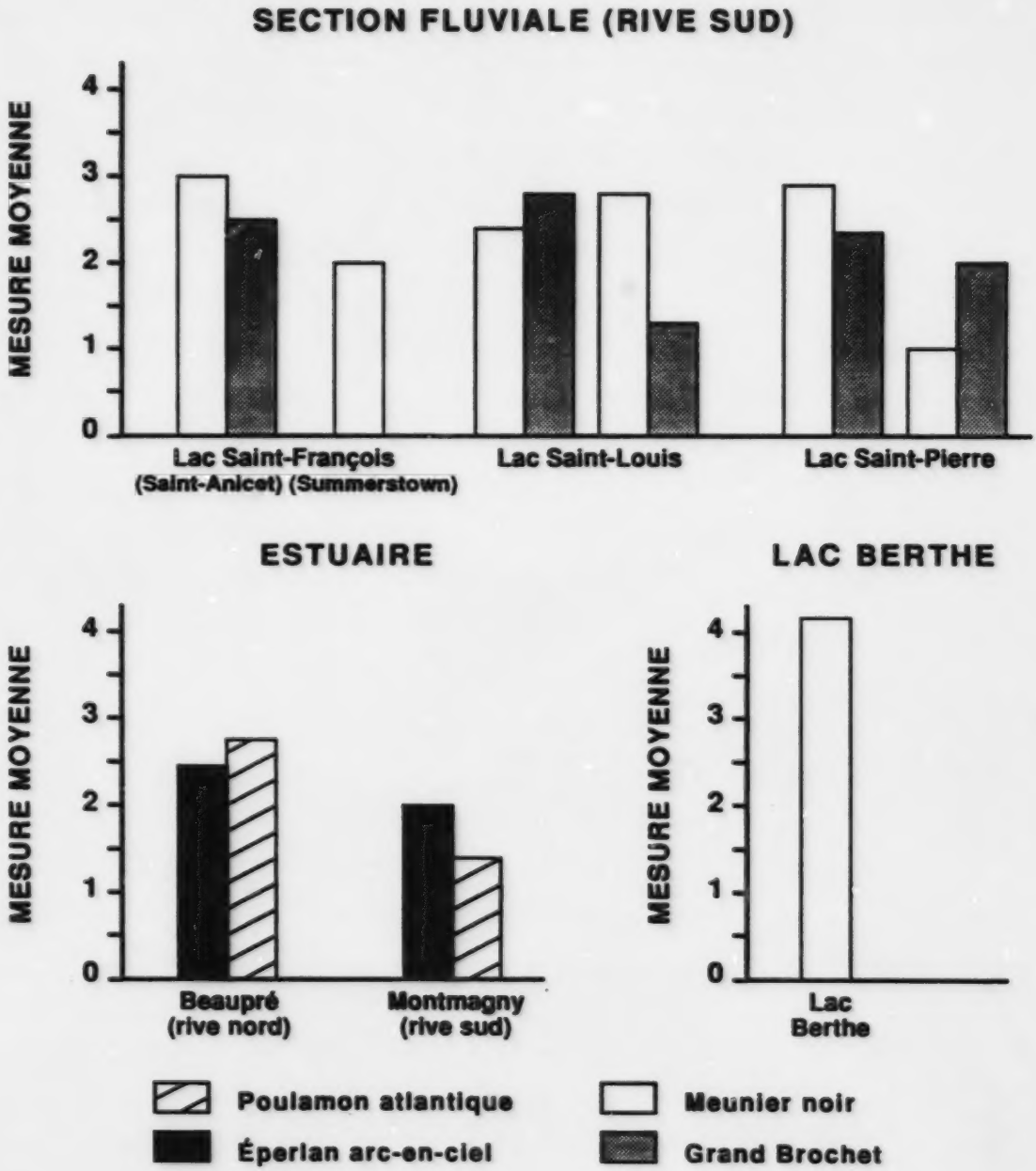
Une suite au projet sur les indicateurs biochimiques est en cours en 1990 et a été entreprise près de sources locales d'effluents industriels.

7.7.3 Ichtyopathologie. - Les poissons du lac Saint-Pierre, récoltés à la pêche expérimentale au filet maillant en 1989, ont fait l'objet d'examens ichtyopathologiques en vue de mesurer le taux d'incidence de pathologies de nature cancéreuse (Leclerc,



Source : Langlois *et al.*, 1990.

Figure 27 ***Mesure semi-quantitative (classes de 0 à 5) de paramètres histologiques de branchies des spécimens capturés en 1989 (n = 1 à 6)***



Source : Langlois *et al.*, 1990.

Figure 28 ***Mesure semi-quantitative (classes de 0 à 5) de paramètres histologiques du foie des spécimens capturés en 1989 (n = 1 à 6)***

1990). Au total, 645 poissons ont fait l'objet d'un examen visuel externe, et parmi ces derniers, un sous-échantillon de 272 poissons a été sacrifié pour un examen visuel interne et le dosage des contaminants.

L'examen visuel interne n'a pas permis de déceler la présence de tumeurs dans les branchies, le foie, les reins ou le système digestif. Seul l'examen externe a permis de déceler les anomalies mentionnées, et une analyse plus poussée a permis de dénombrer dix spécimens porteurs de tumeurs externes : fibromes originant du derme et papillomes labiaux. Pour l'ensemble des sites d'échantillonnage des lacs Saint-Pierre et Saint-François, ces résultats représentent un taux de poissons avec des tumeurs de 1,6 p. 100. Parmi ces dix spécimens, huit poissons provenaient d'une seule et même station d'échantillonnage : le site de Yamachiche (lac Saint-Pierre), et seuls le Doré jaune et le Meunier noir présentaient des tumeurs. En considérant, les nombres respectifs d'individus de ces deux espèces capturés sur le site de Yamachiche, les pourcentages de poissons avec des tumeurs passent à 7,0 p. 100 pour le Doré jaune et à 11,8 p. 100 pour le Meunier noir (Leclerc, 1990).

Dans les Grands Lacs, un taux d'incidence de tumeurs au foie dépassant 2 p. 100 pour la Barbotte brune et 3,5 p. 100 pour les suceurs et meuniers est considéré déterminant pour l'attribution d'un statut de *Area of Concern* dans une région donnée (IJC, 1989). Une approche similaire dans le cas d'autres types de difformités est suggérée présentement, afin de tenir compte d'anomalies autres que les tumeurs hépatiques pré-néoplasiques et néoplasiques.

7.8 Intégrité biotique et espèces rares et(ou) menacées

7.8.1 Intégrité biotique. - Le concept d'intégrité biotique a été testé dans le cadre d'un programme d'évaluation des écosystèmes à partir des communautés benthiques et ichtyennes (Langlois et Lapierre, 1989).

Les communautés ichtyennes du lac Saint-Pierre ont été étudiées à quatre stations (Leclerc, 1990), et l'Indice d'intégrité biotique (IBI, Karr *et al.*, 1986), testé. Selon ce concept, développé pour mesurer la qualité des écosystèmes aquatiques de petits et moyens cours d'eau du Midwest des États-Unis, la richesse et la composition

spécifique d'un milieu sont deux des composantes fondamentales de son intégrité biotique.

L'IBI est évalué à partir d'un ensemble de paramètres ayant trait à la richesse et la composition spécifique des communautés de poissons (six métriques), à la composition trophique (trois métriques) et à l'abondance et la condition des poissons (trois métriques) à chacun des sites échantillonnés. Un pointage est accordé en fonction de valeurs attendues, correspondant à un site excellent ou non perturbé de la même région biogéographique (calibration). Ainsi, la valeur obtenue au niveau du pointage total de l'IBI et les pointages que prennent chacune des métriques peuvent servir à suivre l'évolution temporelle des communautés d'un site donné ou à comparer des habitats similaires, par exemple le long d'un gradient de perturbation. Le tableau 35 présente les métriques utilisées.

Tableau 35 Métriques de l'IBI

		Pointages		
Catégories	Paramètres	5	3	1
Richesse et composition spécifique	1. nombre total d'espèces	Critères locaux		
	2. nombre d'espèces de dards	Critères locaux		
	3. nombre d'espèces de crapets	Critères locaux		
	4. nombre d'espèces de suceurs	Critères locaux		
	5. nombre d'espèces intolérantes	Critères locaux		
	6. proportion de Crapets verts	<5%	5-20%	>20%
Structure trophique	7. proportion d'omnivores	<20%	20-45%	>45%
	8. proportion de cyprins insectivores	>45%	45-20%	<20%
	9. proportion de piscivores	>5%	5-1%	<1%
Abondance et condition des poissons	10. nombre total d'individus	Critères locaux		
	11. proportion d'hybrides	0%	0-1%	>1%
	12. proportion des individus présentant des tumeurs, maladies, blessures et difformités	0-2%	2-5%	>5%

Source : Leclerc, 1990.

Un premier test utilisant les poissons des lacs SaintFrançois et Saint-Pierre (tableau 36) a permis de dégager quelques résultats préliminaires (Leclerc, 1990). Selon ces derniers, les valeurs d'IBI rencontrées dans les sites du lac Saint-Pierre correspondraient aux classes d'intégrité qualifiées de bonne ou moyenne par Karr *et al.* (1986).

Tableau 36 ***Valeur et pointage des paramètres de l'indice d'intégrité biotique pour quatre sites du lac Saint-Pierre***

Para. (n°)	St-Barthélémy		Yamachiche		Nicolet		Sorel	
	Val.	Pt.	Val.	Pt.	Val.	Pt.	Val.	Pt.
1	33	3	28	3	28	3	34	3
2	2	3	3	3	3	3	4	5
3	3	5	2	3	2	3	3	5
4	4	5	3	3	4	5	4	5
5	4	5	4	5	4	5	3	3
6	0,05	3	0,22	1	0,29	1	0,04	5
7	0,34	3	0,16	5	0,16	5	0,24	3
8	0,28	3	0,40	3	0,18	1	0,32	3
9	0,04	3	0,04	3	0,10	5	0,01	1
10	2440	3	3383	3	1119	1	5927	5
11		5		5		5		5
12		5		5		5		5
Total		**46**		**42**		**42**		**48**

Source : Leclerc, 1990.

Des indices complémentaires basés sur des paramètres comme la diversité, la régularité, la biomasse et le «bien-être» (*Well-being*) (Gammon *et al.*, 1981) ont également été calculés afin de mieux cerner la signification écologique des valeurs d'IBI obtenues (tableaux 37 et 38).

Cependant, plusieurs étapes d'adaptation et de calibration seront nécessaires pour utiliser de façon adéquate l'IBI. Une des premières étapes s'avérant l'utilisation

Tableau 37 ***Richesse, abondance et dominance des espèces de poissons échantillonnés au lac Saint-François et au lac Saint-Pierre en 1989***

	Lac Saint-François	Lac Saint-Pierre
Nombre d'espèces	30	46
Abondance (effort total à la pêche électrique, à la seine et au filet maillant)	12 814	12 869
Biomasse totale (kg)	339,8	513,8
en nombre	Méné paille (7876) Ventre-pourri (867) Méné jaune (737)	Méné jaune (2764) Fondule barré (2301) Perchaude (1414)
Espèces dominantes	Grand Brochet (117 kg) Meunier noir (95 kg)	Grand Brochet (159 kg) Doré jaune (103 kg)
en biomasse	Perchaude (59 kg)	Perchaude (45 kg)

Source : Leclerc, 1990.

des données de Massé et Mongeau (1974) pour tester la variabilité des différentes métriques en fonction des données d'inventaire systématique du lac Saint-Pierre et des autres plans d'eau couverts au cours des années 1970. Une autre étape est la redéfinition des métriques ayant trait à la structure trophique en fonction de l'expertise ichtyologique.

7.8.2 Espèces rares et(ou) menacées. - Très peu d'études ont été menées sur les espèces de poissons rares ou menacées du lac Saint-Pierre. Les populations des espèces en situation précaire dans le réseau du Saint-Laurent ont été traitées (Robitaille et Choinière, 1989), mais seules les espèces présentant un intérêt économique ont été considérées.

Tableau 38 ***IBI et indices écologiques mesurés au lac Saint-François et au lac Saint-Pierre en 1989***

Localité	IBI	Indice de *Well-being*	Diversité de Shannon	Régularité
Lac Saint-François				
Rive nord				
Summerstown	44	12,728	0,885	0,670
Valleyfield	38	12,807	0,873	0,683
Rive sud				
St-Anicet	46	13,353	1,063	0,770
Ste-Barbe	50	11,206	0,239	0,173
Lac Saint-Pierre				
Rive nord				
St-Barthélémy	46	13,118	0,957	0,630
Yamachiche	42	12,993	1,030	0,712
Rive sud				
Sorel	48	12,089	0,832	0,543
Nicolet	42	13,574	1,046	0,723

Source : Langlois *et al.*, 1990.

Les espèces identifiées comme étant en situation précaire sont l'Éperlan arc-en-ciel, le Saumon atlantique, le Grand Brochet, le Poulamon atlantique, l'Alose savoureuse, et l'Esturgeon jaune. Ces espèces ont des points communs : a) elles étaient abondantes dans le passé; b) les facteurs responsables de la baisse de leurs effectifs sont peu nombreux et bien documentés; c) les modifications de leur habitat sont localisées et réversibles; et d) leur biologie est connue. Deux espèces sont plus fortement associées au lac Saint-Pierre : le Grand Brochet et l'Esturgeon jaune. Le cas

du Grand Brochet est documenté en fonction de l'anomalie dans la pyramide d'âges identifiée au lac Saint-Pierre et en fonction de plusieurs cas d'empiètements sur l'habitat de reproduction (consulter la section 3.3 et Auclair *et al.*, 1991). L'Esturgeon jaune, d'autre part, est identifié à cause de sa sensibilité à la diminution de l'accessibilité à ses aires de reproduction, surtout dans la région de Montréal, mais la situation de cette espèce au lac Saint-Pierre est relativement fragile, surtout à l'exploitation. Le prélèvement des individus de grande taille (adultes) et la maturation sexuelle tardive de l'Esturgeon (plus de 20 ans) créent une situation où la récolte surpasse le recrutement, ce qui entraîne un prélèvement d'individus de plus en plus jeunes et de petite taille à chaque saison avec comme conséquence ultime l'effondrement du stock ou l'arrêt de la pêche. Les autres espèces ne peuvent être qu'indirectement associées au lac Saint-Pierre puisqu'il s'agit dans la plupart des cas d'espèces anadromes dont la situation est rendue précaire surtout dans le tronçon Trois-Rivières - Québec ou dans l'estuaire.

Par ailleurs, selon les listes du Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (CSEMDC, 1989), deux espèces rencontrées dans la région du lac Saint-Pierre sont identifiées : le Suceur cuivré (statut d'espèce menacée) et le Suceur ballot (statut d'espèce rare). Seul le cas du Suceur cuivré est bien documenté (Mongeau *et al.*, 1987; Mongeau *et al.*, 1986). Les sites fréquentés par l'espèce dans la ZIP du lac Saint-Pierre sont essentiellement situés en tributaires. Selon Laporte *et al.* (1990), neuf espèces de poissons du lac Saint-Pierre sont sur la liste des espèces prioritaires de faune vertébrée dans le cadre du PASL. Il s'agit de l'Alose savoureuse, du Bar rayé, du Brochet d'Amérique, de l'Éperlan arc-en-ciel, de l'Esturgeon jaune, du Suceur ballot et du Suceur cuivré. Deux autres espèces, l'Esturgeon noir et le Poulamon atlantique, dont la présence a été mentionnée épisodiquement dans le lac Saint-Pierre, font partie de la liste des vertébrés prioritaires pour le PASL.

7.9 Facteurs de perturbation du milieu

Dans une revue des modifications physiques de l'habitat du poisson dans le Saint-Laurent entre 1945 et 1984, Robitaille *et al.* (1988) identifient quelques éléments perturbateurs présents au lac Saint-Pierre, susceptibles de contribuer ou d'avoir contri-

bué à une réduction des stocks de poissons. Les principaux facteurs de perturbation sont :

a) l'assèchement de terres humides à des fins agricoles,

b) le creusage du chenal maritime et une modification du régime thermique du lac,

c) le dragage et l'élimination des résidus de dragage,

d) les essais balistiques sur la rive sud du lac,

e) les ouvrages en amont ou en aval du lac qui modifient l'écoulement des eaux.

La contamination du milieu par des substances toxiques est également identifiée mais a été traitée de façon détaillée dans d'autres sections du rapport.

L'assèchement de terres humides à des fins agricoles est l'élément le plus étudié. Verret et Savignac (1985) font état de mortalités de poissons à la suite de l'endiguement et du pompage des eaux effectués dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre. De plus, les structures mises en place nuisent aux déplacements de plusieurs espèces de poissons qui utilisent la plaine d'inondation pour se reproduire. Le creusage du chenal maritime et l'hypothèse d'une modification du régime thermique du lac a été avancée pour contribuer à expliquer l'importante réduction des débarquements de poissons enregistrée entre 1945 et 1957. Le chenal maritime pourrait avoir comme effet de réduire les échanges entre les eaux littorales et pélagiques. Les plus importants facteurs de perturbation au lac Saint-Pierre sont le dragage et le dépôt des résidus de dragage comme méthode d'élimination. En plus de modifier l'habitat ou la répartition de certaines espèces (comblement de fosses utilisées par l'Esturgeon jaune, morcellement des habitats aquatiques, etc.), les travaux d'élargissement du chenal maritime, qui se sont échelonnés de 1952 à 1970, et les opérations d'entretien du chenal dragué, pourraient avoir contribué à une réduction dramatique des stocks d'espèces anadromes (Bar rayé, Alose savoureuse, Esturgeon noir, Poulamon atlantique) sur l'ensemble du fleuve et de l'estuaire, favorisant ainsi les espèces peu exigeantes en termes d'habitat : Perchaude, Meunier noir. Cette situation décrite pour l'ensemble du fleuve est égale-

ment associable à celle qui prévaut au lac Saint-Pierre devant la perte de fréquentation du plan d'eau par quelques espèces et la disparition du Bar rayé.

Les essais balistiques sur le territoire du ministère de la Défense nationale ont été identifiés comme source d'impact potentielle au niveau des populations de poissons. Ce facteur n'est cependant pas documenté. Les ouvrages qui ont modifié l'écoulement des eaux du fleuve Saint-Laurent sont situés pour la plupart en amont et en aval du lac Saint-Pierre, exception faite des seuils érigés au début du siècle au niveau des chenaux de quelques îles de l'archipel de Berthier-Sorel pour concentrer l'écoulement des eaux dans le chenal de navigation. Les plus importants ouvrages modifiant l'écoulement en amont du lac Saint-Pierre sont situés dans la région de Montréal (estacade et ponts, port, îles d'Expo 67, ouvrages régulateurs et écluses), tandis qu'en aval, l'île aux Sternes et le quai de Bécancour forment les plus sévères obstacles. Ces empiètements sont associés entre autres à la diminution au lac Saint-Pierre des stocks de poissons d'espèces anadromes ou des espèces d'eau douce effectuant d'importants déplacements.

8 OISEAUX

Le lac Saint-Pierre, grâce à ses caractéristiques comme la plaine inondable, l'eau libre, les marais, les marécages, les îles, les milieux agricoles et forestiers, constitue une halte migratoire et un site de nidification très importants pour de nombreuses espèces d'oiseaux du Québec. Le lac est situé en plein centre d'un couloir majeur de migration. La présence d'habitats diversifiés fait de la région du lac Saint-Pierre un site exceptionnel qui a permis l'observation de 288 espèces d'oiseaux jusqu'à maintenant, alors qu'on en note 400 au Québec (Dion *et al.*, 1988). Parmi ces espèces, 167 nichent dans la région du lac Saint-Pierre (annexe 3).

8.1 Communautés et populations

On constate l'importance des milieux aquatiques et humides pour la faune avienne au lac Saint-Pierre, grâce au pourcentage d'espèces dénombrées (40 p.100) qui est en relation étroite avec le milieu aquatique (Benoît *et al.*, 1987). Les inventaires ont montré l'importance de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre par rapport à l'ensemble du fleuve Saint-Laurent. Lehoux *et al.* (1983) précise que le secteur qui va de Nicolet à Longue-Pointe se classe au premier rang pour la Bernache du Canada et au troisième rang pour les canards barboteurs. Ils signalent aussi que les zones inondées de Saint-Barthélemy occupent le deuxième rang pour les canards barboteurs, et ce, parmi 240 secteurs du système du Saint-Laurent.

Dans la région du lac Saint-Pierre, on retrouve 27 espèces d'anatidés qui sont soit nicheurs ou migrateurs, alors qu'on note la présence de 32 espèces au Québec (Benoît *et al.*, 1987). À l'automne, plus de 50 000 anatidés utilisent le lac Saint-Pierre tandis qu'au sommet de la migration du printemps, la sauvagine comprend environ 100 000 Oies des neiges (ou Oies blanches), de 50 000 à 70 000 Bernaches du Canada et 15 000 canards barboteurs, ce qui correspond à la moitié de toutes les Bernaches et au tiers de tous les canards de surface du fleuve Saint-Laurent. C'est donc la plus importante halte migratoire pour ces espèces au Québec. La plupart de ces oiseaux proviennent de la côte est de l'Atlantique et font une halte migratoire de

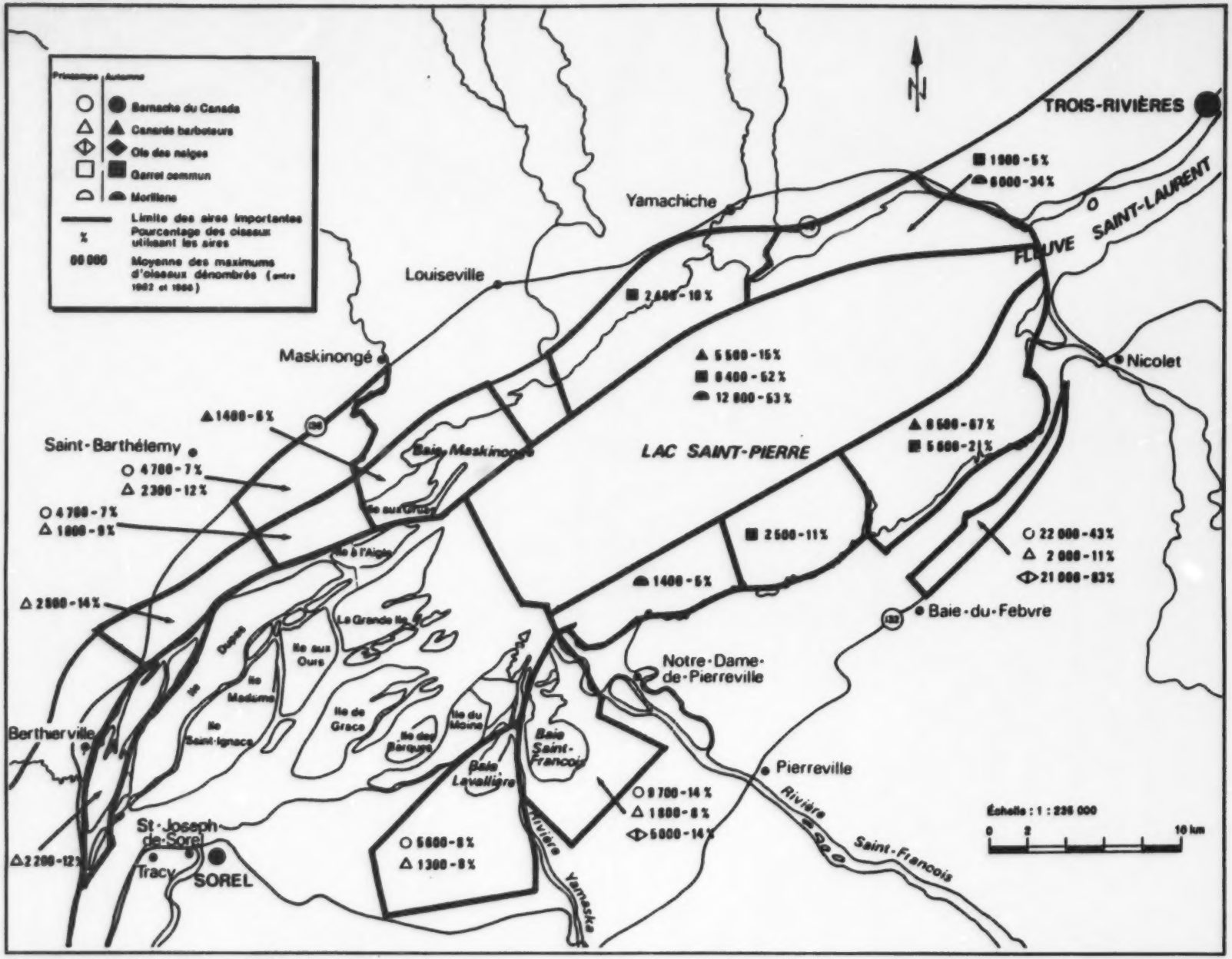
près de 40 jours. Cette période leur permet de se reposer et de refaire leurs réserves pour rejoindre les territoires de nidification situés plus au nord et encore gelés. Malgré les conditions climatiques et les inondations très variables d'une année à l'autre, les canards et les oies effectuent leur halte migratoire toujours de la même façon et à la même période. Ainsi au début de mai, ces oiseaux ont complété à 90 p. 100 leur utilisation du territoire de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (Lehoux *et al.*, 1983).

Ce sont bien sûr les espèces sujettes à l'exploitation qui ont fait l'objet de plus d'études. Toutefois, l'inventaire de Pilon *et al.* (1981) a permis de faire ressortir la diversité avienne des îles.

8.1.1 La Bernache du Canada. - Cette espèce est l'une des deux espèces les plus abondantes lors de la halte migratoire printanière. Au sommet de la migration, on y retrouve entre 50 000 à 70 000 individus, soit le plus important regroupement pour l'espèce au Québec, constituant 50 p. 100 des Bernaches du Saint-Laurent (Benoît *et al.*, 1987). L'augmentation que l'on observe à chaque printemps, depuis une dizaine d'années, correspond à la croissance de la population de la voie migratoire de l'Atlantique.

Au printemps, les Bernaches séjournent d'avril à la mi-mai et se rencontrent principalement sur la rive sud dans les terres inondées situées entre Nicolet et Baie-du-Febvre, dans les baies Lavallière et Saint-François ainsi que sur la rive nord, dans le secteur de Saint-Barthélemy (Lehoux *et al.*, 1983; Benoît *et al.*, 1987) (figure 29).

Les études sur leur comportement indiquent que pendant le jour, les Bernaches s'alimentent dans les milieux inondés et les milieux plus secs pour choisir les graines de maïs, de renouée et de prêle de même que les jeunes plantes tendres. C'est pour cette raison qu'on les retrouve plus souvent dans les hautes terres de la rive sud, où on y cultive deux fois plus de céréales que sur l'autre rive (Bourgeois *et al.*, 1983). La nuit, plus de 90 p. 100 des Bernaches retournent dans les terres inondées de la rive sud, où elles fréquentent les zones de faibles profondeurs (moins de 45 cm d'eau) (Dolan *et al.*, 1983). Les déplacements entre les basses terres et les hautes terres



Source : Benoît *et al.*, 1988. *il.*, 1988.

Figure 29 Aires importantes utilisées par la sauvagine comme halte migratoire dans la ZIP du lac Saint-Pierre

s'effectuent généralement deux fois par jour, au lever du soleil et à la brunante. Elles consacrent 40 p. 100 de leur temps à l'alimentation et les 60 p. 100 restants au repos, à l'alerte et à leur bien-être (Bourgeois *et al.*, 1983; Dolan *et al.*, 1983). Pendant l'automne, les Bernaches se font plus discrètes et survolent la région sans trop s'y attarder.

8.1.2 L'Oie des neiges. - L'utilisation récente du lac Saint-Pierre comme halte migratoire par l'Oie des neiges est due à plusieurs facteurs, dont l'accroissement de la population québécoise (30 000 individus en 1953 à 400 000 en 1990), le débordement des aires migratoires traditionnelles et la modification du comportement alimentaire en faveur de l'utilisation des céréales (Benoît *et al.*, 1987). Ceci a permis l'utilisation des berges du lac par cette espèce et l'augmentation des effectifs lors de l'arrêt migratoire printanier, qui est passé de 300 oies à la fin des années 1970 à 100 000 individus en 1991 (J.C. Bourgeois, MLCP, Direction régionale de la Mauricie et des Bois-Francs, comm. pers.).

Le site privilégié par l'espèce est la plaine inondable du secteur de Nicolet à Baie-du-Febvre puisqu'on y rencontre 80 p. 100 des individus présents au lac. L'Oie des neiges vient combler les mêmes besoins alimentaires et de repos que la Bernache du Canada. Toutefois, les séjours diffèrent puisqu'elles devancent les Bernaches d'une dizaine de jours. Au cours de l'automne, 3000 oiseaux sont présents au lac pendant leur migration.

8.1.3 Les canards barboteurs. - Au printemps, la moitié des 15 000 canards barboteurs se retrouvent sur la rive nord du lac dans les secteurs de Saint-Barthélemy et des îles de la Commune et du Milieu. Sur la rive sud, ils se regroupent dans les baies Lavallière et Saint-François. La portion de la plaine d'inondation comprise entre Nicolet et Baie-du-Febvre abrite seulement 10 p. 100 des canards barboteurs présents au lac Saint-Pierre. Les individus en migration y séjournent du début avril jusqu'à la mi-mai, avec un pic migratoire au milieu d'avril (Mailhot *et al.*, 1984).

Pour l'alimentation, les canards évitent les milieux secs, pour rechercher les graines de plantes et les invertébrés en milieu aquatique peu profond (près de 30 cm). Par conséquent, on les rencontre dans une grande variété d'habitats inondés. D'autre part, l'alimentation occupe pour eux la moitié de leur journée, tandis que les activités de repos et de bien-être utilisent respectivement les 10 p. 100 et 40 p. 100 du temps qui restent (Lehoux *et al.*, 1983).

L'espèce la plus abondante (80 p. 100) est le Canard pilet, suivie respectivement du Canard noir (7 p. 100), des Sarcelles à ailes vertes (5 p. 100) et à ailes bleues (3 p. 100) et du Canard colvert (2 p. 100). Les espèces marginales sont le Canard souchet, le Canard chipeau et le Canard huppé, représentant chacun moins de 1 p. 100 des oiseaux (Mailhot *et al.*, 1984).

Plusieurs espèces de canards barboteurs utilisent le lac Saint-Pierre pour nicher; on y retrouve près de 1000 couvées de canards à chaque été dans les marais de cette région avec des densités variant de une à deux couvée(s) pour 10 ha de marais (Benoît *et al.*, 1987). La plupart des espèces s'installe dans les champs, les marécages et les prairie humides. La nidification et l'élevage des couvées sont décrits par Benoît *et al.* (1987). À la fin avril, le Canard pilet, le Canard noir et le Canard colvert commencent leur nidification. Ces trois espèces nichent au sol dans les prairies non inondées tout près des marais où elles élèveront leur couvée. Toutefois, le Canard colvert et le Canard noir nichent aussi dans les forêts inondées sur les grosses fourches d'arbres. À la mi-mai et en juin, la Sarcelle à ailes bleues, le Canard siffleur et le Canard souchet construisent leur nid dans les prairies et les champs. D'autre part, le Canard chipeau utilise pour nicher les parties hautes des îles et des îlots, tandis que le Canard huppé préfère les cavités naturelles des arbres pour y nicher. Lorsque les oeufs sont éclos, l'élevage des canetons s'effectue dans les 8000 hectares de marais du lac Saint-Pierre où l'on retrouve abri et nourriture pour plus de 1000 couvées à chaque année (Benoît *et al.*, 1987). Ce sont les marais de la baie Saint-François, de la rive nord du lac et de l'archipel qui abritent le plus de canetons. Pour l'archipel, les îles les plus productives sont situées à l'est : ce sont l'île des Barques, l'île aux Sables, les

îles Tête de Canard (Mitoyenne, du Nord, Péloquin), l'île Cardin, la Grande Île, les îles de la Girodeau et l'île Plate (Benoît *et al.*, 1987; Duff *et al.*, 1989).

À l'automne, la présence des canards se fait moins forte et de façon plus étalée dans le temps. Selon les inventaires, on retrouve jusqu'à 16 000 canards barboteurs dont la plupart sont regroupés dans le refuge de Nicolet après l'ouverture de la chasse (Benoît *et al.*, 1987).

8.1.4 Les canards plongeurs et les canards marins. - Au printemps, près de 3000 becs-scies, garrots et morillons fréquentent la région du lac en aval de l'archipel sur la rive nord et dans les grandes baies. Toutefois, c'est à l'automne, de la mi-octobre à la fin novembre, que l'on retrouve les plus grands rassemblements de morillons qui sont constitués principalement du Petit Morillon, du Grand Morillon, du Morillon à dos blanc et du Morillon à tête rouge. Les inventaires de morillons fréquentant le lac Saint-Pierre montrent une baisse constante (passant de 60 000 à 16 000 en dix ans), pendant que les effectifs de la région Atlantique demeurent stables. Cette baisse pourrait être attribuable au dérangement des hardes par les plaisanciers et par le rabattage des oiseaux durant la chasse (Benoît *et al.*, 1987). Ce sont d'ailleurs ceux-ci qui conditionnent la distribution des oiseaux dont les sites préférentiels sont situés au centre du lac et dans le secteur situé entre Pointe-du-Lac et la rivière Yamachiche.

Contrairement aux morillons, la population du Garrot commun montre une tendance à la hausse. En effet depuis dix ans, les recensements au lac ont vu passer son nombre de 4000 à 16 000 individus. On estime qu'environ 30 p. 100 des 40 000 Garrots communs de la voie migratoire de l'Atlantique fréquentent le lac à l'automne. Cette tendance nouvelle est exceptionnelle, d'autant plus que les effectifs de cette population ont baissé de moitié pendant les deux dernières décennies. Il faut mentionner que les Garrots s'arrêtent plus tard au lac, alors que les sources de dérangement ont beaucoup diminué (Benoît *et al.*, 1987). Les plus grands groupes de Garrots se trouvent au centre du lac et sur l'étendue d'eau en face du secteur qui va de Longue-Pointe à Nicolet.

Les migrations d'automne amènent au lac des concentrations moins importantes de becs-scies (Grand Bec-scie, Bec-scie à poitrine rousse et Bec-scie couronné), de macreuses (Macreuse à bec jaune, Macreuse à front blanc et Macreuse à ailes blanches) et de Canards kakawis (Mailhot *et al.*, 1984).

8.1.5 Les espèces coloniales et les autres. - On trouve une héronnière dans la zone d'intérêt prioritaire sur la Grande Île qui abritait en 1986 844 nids, dont 817 actifs et 38 nids de Bihoreau à couronne noire (L.-M. Soyez, MLCP, Direction régionale de Montréal, comm. pers.). Cette héronnière est la plus importante actuellement connue en Amérique du Nord. Il y avait une autre colonie, celle du Bois-du-Bouié qui se trouvait sur la rive nord près de Louiseville. Cette dernière a vu sa population décliner, passant de 90 nids actifs en 1982 à 4 nids en 1986 et plus aucun nid en 1988. Les facteurs qui expliquent cette situation sont dans un premier temps, le dérangement causé par les visiteurs et, dans un deuxième temps, l'attrait que représente la héronnière de la Grande Île située à quelques dizaines de kilomètres (D. Dolan, MLCP, Direction régionale de la Mauricie et des Bois-Francs, comm. pers.; Benoît *et al.*, 1987). En 1986, quatre colonies de Sterne pierregarin se trouvaient sur les îlots créés à partir de matériaux de dragage; une colonie en face de Baie-du-Febvre et les trois autres près du chenal Tardif à Notre-Dame-de-Pierreville (Benoît *et al.*, 1987). L'inventaire de Pilon *et al.* (1981) signale pour l'archipel une colonie de Sterne pierregarin à l'île des Barques et cinq colonies d'Hirondelle de rivage situées sur l'île de Grâce, l'île Ronde, l'île de la Commune et l'île des Barques. Pour cette dernière espèce, il y a une mention récente d'une colonie à l'embouchure de la rivière du Loup près de Louiseville.

Il faut aussi mentionner que la seule colonie de Cormoran à aigrettes située en eau douce se trouvait à la Pointe Désilets, mais celle-ci est disparue depuis plus de 30 ans (Desgranges *et al.*, 1984).

L'archipel du lac Saint-Pierre offre également aux oiseaux autres que la sauvagine et les oiseaux coloniaux un milieu propice pour leur nidification ou leur passage. Par exemple, Benoît *et al.* (1987) indiquent qu'on peut y retrouver 145 espèces d'oiseaux, dont 75 sont considérées comme nicheuses. Un inventaire non exhaustif

des oiseaux terrestres effectué par Pilon *et al.* (1981) dans les îles dénombrait 38 espèces d'oiseaux dans les herbaçaies, 16 dans les arbustaies et 38 dans les boisés.

Le Carouge à épaulettes, la Paruline masquée, le Goglu, le Bruant chanteur et la Sturnelle des prés nichent dans les herbaçaies. La Paruline jaune, le Carouge à épaulettes, la Paruline masquée, le Bruant des marais, le Moqueur chat, le Cardinal à poitrine rose, le Moucherolle des saules et le Moucherolle des aulnes nichent dans les arbustaies, tandis que les boisés sont utilisés pour la nidification de la Paruline jaune, du Moucherolle huppé, du Pioui de l'est, du Merle d'Amérique, de la Grive fauve et du Carouge à épaulettes (Pilon *et al.*, 1981).

Pour les oiseaux de rivage et de marais, les mêmes auteurs notent que six espèces nichent dans les marais : la Guifette noire, la Poule-d'eau, la Foulque d'Amérique, le Grèbe à bec bigarré, le Butor d'Amérique et la Bécassine des marais. Brousseau (1981) indique la présence du Phalarope de Wilson dans ce type de milieu. En milieux ouverts, Pilon *et al.* (1981) signalent la nidification du Chevalier branle-queue, de la Maubèche des champs et du Pluvier kildir. Tandis que l'inventaire de Brousseau (1981) dévoile que pour les limicoles en migration au lac Saint-Pierre, les espèces les plus importantes sont le Bécasseau semipalmé (60 p. 100), le Petit Chevalier, le Pluvier semipalmé et le Bécasseau minuscule.

8.2 Exploitation et aménagement

Le lac Saint-Pierre est un site de prédilection pour la chasse à la sauvagine. Ainsi pour tout le système du Saint-Laurent, c'est au lac Saint-Pierre que les chasseurs abattent la plus grande quantité de canards barboteurs (40 000) et de canards plongeurs (15 000), comptant respectivement pour 22 p. 100 et 15 p. 100 de la récolte du Saint-Laurent (Lehoux *et al.*, 1985). Le lac Saint-Pierre vient au premier rang pour la récolte des espèces suivantes : le Canard colvert, le Canard noir, le Canard huppé, le Canard pilet, le Grand Morillon, le Petit Morillon, le Morillon à collier et le Garrot commun (Lehoux *et al.*, 1985; Benoît *et al.*, 1987). Selon les prélèvements, certaines espèces sont peu exploitées; il s'agit de la Bernache du Canada, de l'Oie des neiges, des

macreuses, des becs-scies, de même que la Bécassine des marais et la Gallinule commune (Mailhot *et al.*, 1984).

Toutefois, au cours des dernières décennies, quatre espèces ont vu leur récolte et(ou) leur population décroître à cause de différents facteurs. Les espèces qui méritent une attention particulière sont la Sarcelle à ailes bleues, le Canard huppé et les Grand et Petit Morillons (Mailhot *et al.*, 1984; Benoît *et al.*, 1987).

Pour la chasse à la sauvagine, les pertes d'habitats dans le couloir fluvial causent une réduction de la récolte de gibier et une diminution des sites de chasse, ce qui entraîne une forte densité de chasseurs et rend problématique la qualité de la chasse (MLCP, 1988). Ainsi pour la région du lac Saint-Pierre, la pression de chasse est très importante, entraînant un faible succès de chasse. Ce dernier est en effet le plus faible de tout le couloir fluvial, si on fait exception du haut-estuaire (Benoît *et al.*, 1987). De nombreux facteurs peuvent expliquer partiellement cet insuccès : les importantes superficies auxquelles les chasseurs n'ont pas accès (territoire du ministère de la Défense nationale), l'effet attractif du refuge de Nicolet, le dérangement relié à la densité des chasseurs, le harcèlement causé par le nautisme, certaines pratiques de chasse nuisibles comme le rabattage et le fait que 30 p. 100 des canards barboteurs abattus ne sont pas récupérés à cause de la nature du milieu (Mailhot *et al.*, 1984; Benoît *et al.*, 1987).

En popularité, la chasse à la sauvagine et l'observation des oiseaux dominent les activités de loisir au lac Saint-Pierre. C'est principalement l'observation d'oiseaux qui gagne en popularité. Ainsi, elle est passé de 13 000 participants en 1986 à près de 25 000 personnes au printemps 1987 (Benoît *et al.*, 1988). Cette augmentation s'explique par plusieurs facteurs; l'accroissement de la demande pour cette activité, la présence croissante de la sauvagine et l'aménagement de sites pour l'observation (Lalumière *et al.*, 1988). La recrudescence de la demande pour l'observation d'oiseaux peut entraîner dans certains cas le dérangement des oiseaux sur les haltes migratoires et nuit à la sécurité des observateurs en période de grande affluence à cause, notamment, du manque d'encadrement (Benoît *et al.*, 1988). Ces auteurs proposent l'établis-

sement d'un réseau de sites d'observation susceptible de réduire le dérangement des oiseaux tout en assurant la sécurité des observateurs.

D'autres activités humaines menacent aussi les populations de sauvagine par la perte des habitats tout au long du Saint-Laurent : certaines pratiques agricoles non compatibles avec la faune, le nautisme dans les zones humides, la villégiature, l'étalement urbain, etc.

D'autre part, il nous faut mentionner le centre de nettoyage des oiseaux situé dans les locaux du MLCP à Trois-Rivières. Ce dernier a été créé pour tenter de minimiser les risques de déversements d'hydrocarbures pour les quelques 100 000 oies et bernaches rassemblées dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre au printemps et les quelques 60 000 canards plongeurs, garrots et morillons, qui se concentrent au milieu de cet immense plan d'eau à l'automne. Ce centre couvre le fleuve Saint-Laurent entre Sorel et Grondines et est prêt à fonctionner lors de tout déversement d'hydrocarbures. Pour le centre de Trois-Rivières, les partenaires qui participent au plan d'urgence sont le MLCP, le Club des ornithologues de Sorel-Tracy, l'Association sportive et écologique de la Batiscan, La Société ornithologique Centre du Québec, la Société d'ornithologue de Lanaudière, l'Association des chasseurs et des pêcheurs du comté de Maskinongé et la Clinique vétérinaire de Normanville (Lehoux et Cossette, 1991).

8.3 Contamination

Pour la bioaccumulation de contaminants chez les oiseaux du lac Saint-Pierre, les données se trouvent essentiellement dans deux sources. La première est constituée d'un fichier informatisé du Service canadien de la faune (SCF) (1990a), dont l'information provient d'une revue de la littérature sur la contamination de la faune dans le système Grands Lacs - Saint-Laurent et de résultats analytiques provenant de la banque de données du Centre national de la recherche faunique (SCF-Hull). Ce fichier présente les concentrations maximales rencontrées dans les organismes. Pour le lac Saint-Pierre, on y trouve seulement une étude portant sur les Goélands à bec cerclé de Mousseau *et al.* (1980). Cette dernière montre que l'oeuf, l'embryon et le foie chez cette espèce concentrent certains contaminants au-dessus des normes pour la mise en

marché du poisson. Ces substances sont essentiellement le mirex, les isomères de chlordane, le pentachlorophénol, la dieldrine, l'hexachlorobenzène et différents BPC (SCF, 1990a).

La deuxième source provient de données préliminaires du SCF-Hull, et les résultats très fragmentaires de 1988 pour le lac Saint-Pierre indiquent que des échantillons de Canard colvert montrent une trace de 2,3,7,8-TCDF (furanne) et que ceux-ci et un spécimen de Canard noir dépassent la norme pour la mise en marché du poisson dans le cas des BPC totaux (tableau 39). De plus, le Canard noir du lac Saint-Pierre excède la norme pour la mise en marché de la volaille relativement aux isomères de chlordane et au DDT total (Braune, 1990). Il s'agit probablement de canards locaux et de canards en migration car la récolte de ces individus s'est faite à l'automne.

Il est important de mentionner la restriction de l'utilisation des normes de mise en marché du poisson et de la volaille. L'utilisation qu'on en fait se limite à leur comparaison avec les concentrations afin d'apprécier les niveaux de contamination chez la faune avienne. Il serait erroné de porter des conclusions trop hâtives à partir de telles comparaisons.

Le SCF-Québec étudie présentement, en collaboration avec le Centre Saint-Laurent, la contamination des oeufs du Grand héron et de la Sterne pierregarin.

Les premiers résultats des études de Lemay *et al.* (1989) sur l'incidence de la grenaille de plomb dans les gésiers de la sauvagine montrent que le problème d'empoisonnement par le plomb est bien réel dans quatre régions du Québec, dont celle du lac Saint-Pierre. L'empoisonnement survient lorsque les canards ingèrent les grenailles de plomb qui se retrouvent en assez grande quantité sur le fond. Une zone ou une région est considérée contaminée lorsque plus de 5 p. 100 des gésiers récoltés contiennent des billes de plomb. Il s'agit principalement des régions très fréquentées par les chasseurs comme celle du lac Saint-Pierre. Les résultats des années 1987 et 1988 pour les régions administratives 06 et 04 qui englobent le lac Saint-Pierre font état de pourcentages de sauvagines de 5,8 p. 100 à 9,9 p. 100 qui ont ingéré au moins un plomb.

À notre connaissance, aucune étude pathologique n'a été effectuée au lac Saint-Pierre. Toutefois le SCF-Québec procède actuellement à des études sur les effets sous-létaux avec l'aide de multiples biomarqueurs.

Tableau 39 ***Contaminants trouvés dans la chair blanche du Canard colvert et du Canard noir au lac Saint-Pierre en 1988***

Contaminants (en ppm, sauf avis contraire)	Canards*		Normes canadiennes pour la mise en marché	
	colvert	noir	du poisson	de la volaille
Cadmium	0,02	—	—	—
Arsenic	<0,10	—	3,5	—
Plomb	<0,05	—	0,5	—
Sélénium	0,16	—	—	—
Mercure	0,12	—	0,5	—
2378-TCDF	2 ppt	N.D.	—	—
Hexachloro-benzène	0,015	0,027	—	0,1**
Chlordane total	0,222	0,246	0,1	0,1
DDT total	0,320	2,633	5,0	1,0
Mirex	0,019	0,139	0,1	—
Dieldrine	0,053	N.D.	0,1	0,2
BPC (1254/1260)	2,865	6,785	2,0 (BPC totaux)	0,5**

Source : Braune, 1990.

N.D. : non déterminé.
* Nombre de spécimens par espèce : Canard colvert, 7; Canard noir, 1.
** Niveau guide seulement.

8.4 Espèces rares et(ou) menacées

Parmi la faune avienne qui a déjà fréquenté et qui fréquente encore la région du lac Saint-Pierre, douze espèces font partie de la liste des oiseaux menacés du Québec (Robert, 1989). Ainsi on compte huit espèces à statut vulnérable, une à statut menacé et trois à statut en danger (tableau 40). Selon Robert (1989), une espèce

vulnérable est une espèce «présente de façon régulière et particulièrement exposée à devenir menacée ou en danger parce que ses effectifs sont faibles ou en déclin, parce qu'elle se trouve aux confins de son aire de répartition ou en stations restreintes, ou pour toute autre raison». Une espèce menacée est une espèce «présente de façon régulière qui deviendra vraisemblablement en danger si les facteurs responsables de sa situation ne sont pas éliminés». Et enfin une espèce en danger es une espèce «présente de façon régulière qui est vraisemblablement appelée à disparaître à plus ou moins brève échéance».

Tableau 40 ***Oiseaux de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre faisant partie de la liste des oiseaux menacés du Québec***

Statut		
Vulnérable	Menacé	En danger
Grèbe cornu	Pygargue à tête blanche	Sterne caspienne
Petit butor		Pie-grièche migratrice
Épervier de Cooper		Faucon pèlerin
Aigle doré		
Râle jaune		
Chouette Lapone		
Pic à tête rouge		
Troglodyte à bec court		

Source : Robert, 1989; Bird et Gard, 1990

Parmi celles-ci, neuf espèces sont jugées comme prioritaires dans le cadre du PASL (Laporte *et al.*, 1990). Toutefois, toutes ces espèces ne se trouvent pas seulement au lac Saint-Pierre. D'autre part, certaines espèces, considérées comme rares mais n'ayant pas de statut en vertu de la liste des oiseaux menacés du Québec et du Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada, se trouvent au lac Saint-Pierre. Il s'agit du Canard roux, du Coulicou à bec jaune, du Gobe-mouche-

rons gris-bleu, de la Guifette noire et du Morillon à tête rouge (SCF, 1990b). Ces deux dernières espèces se retrouvent exclusivement dans le secteur qui s'étend de l'Outaouais à Québec (Ghanimé *et al.*, 1990). De plus, Dion *et al.* (1988) indiquent que le Canard roux a niché dans l'étang de sédimentation de Baie-du-Febvre en 1981 et qu'il s'agit du seul site connu de nidification au Québec.

9 AUTRES COMMUNAUTÉS

9.1 Amphibiens

La revue des connaissances sur la faune amphibienne démontre bien la pauvreté des informations que nous avons sur ces organismes. Ainsi, une revue bibliographique (Leclair, 1985) montre les aires de distribution des espèces pour l'Amérique du Nord. Toutefois, Benoît *et al.* (1987) indiquent pour le lac Saint-Pierre neuf espèces d'amphibien, tandis que Bider *et al.* (1990) signalent les mentions d'obervations de 13 espèces pour la région du lac Saint-Pierre (tableau 41). L'étude sur les habitats préférentiels d'anoures au lac Saint-Pierre indique que la Grenouille léopard est l'espèce dominante dans la plaine d'inondation (Beauregard *et al.*, 1988).

Tableau 41 Amphibiens de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre

Necture tachetée (*Necturus maculosus*)
Triton vert (*Notophthalmus viridescens*)
Salamandre à points bleus (*Ambystoma laterale*)*
Salamandre maculée (*Ambystoma maculatum*)
Salamandre rayée (*Plethodon cinereus*)*
Crapaud d'Amérique (*Bufo americanus*)
Rainette crucifère (*Hyla crucifer*)
Rainette versicolore (*Hyla versicolor*)*
Grenouille des bois (*Rana sylvatica*)
Grenouille léopard (*Rana pipiens*)
Grenouille des marais (*Rana palustris*)
Grenouille verte (*Rana clamitans*)
Ouaouaron (*Rana catesbeiana*)

Sources : Bider *et al.*, 1990; Benoît *et al.*, 1987.

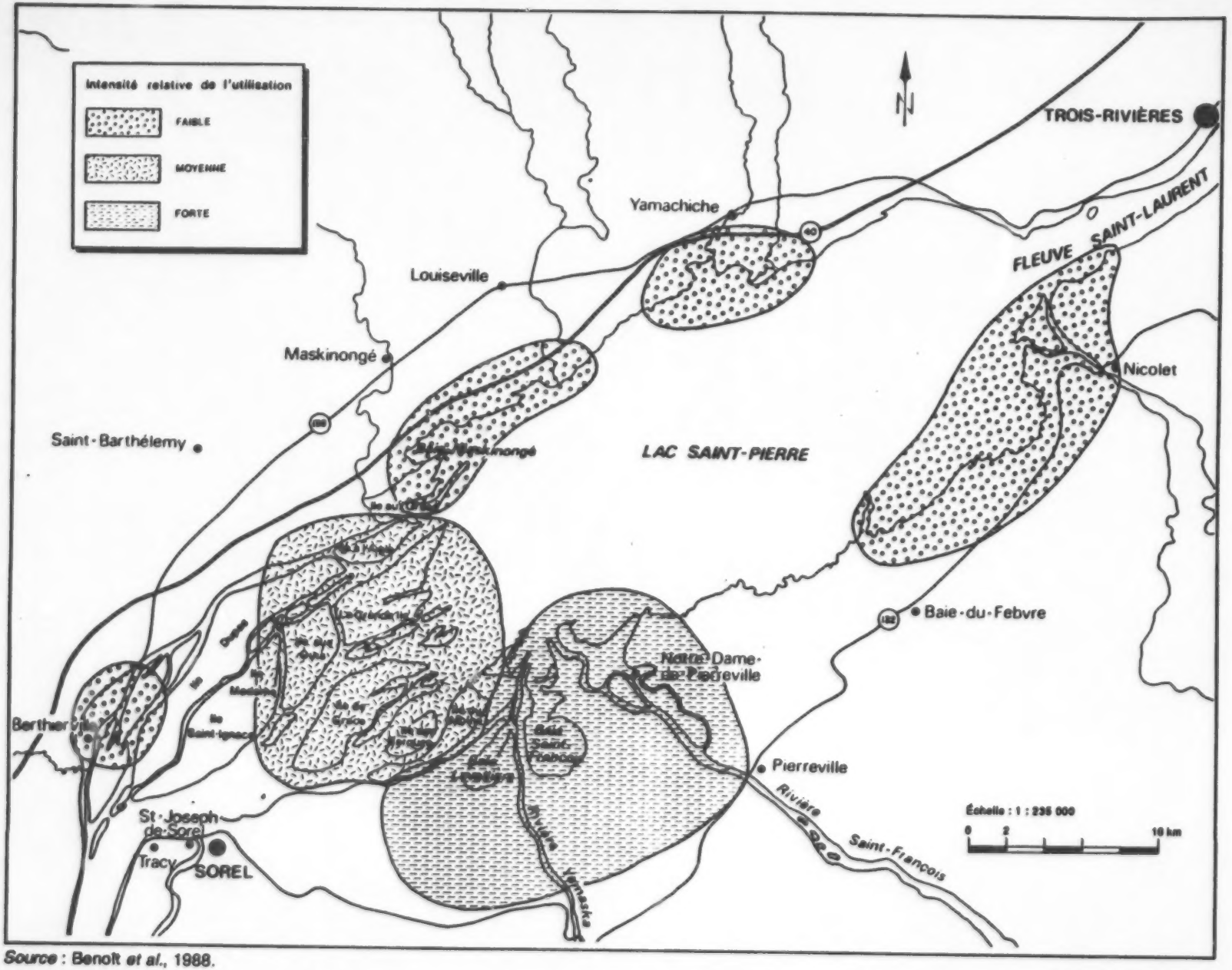
* Mentionné seulement par Bider *et al.* (1990)

C'est d'ailleurs cette dernière qui fait l'objet de la plus forte pression d'exploitation. Au lac Saint-Pierre, la récolte représente 93 000 individus et est constituée des espèces suivantes : Grenouille léopard (90 p. 100), Grenouille verte (2 p. 100) et Ouaouaron (8 p. 100) (Paquin, 1982). Près de 38 p. 100 des captures servent à des fins de consommation personnelle, et le reste, à des fins commerciales (Mailhot *et al.*, 1984). Le Ouaouaron est récolté pour sa chair, et la plus grande partie de la récolte s'effectue au lac Saint-Pierre, soit près de 8000 individus pour un total de 18 000 à 23 000 à l'échelle du Québec (Marcotte, 1981). Sa chasse se fait l'été pendant la période de reproduction (Leclair, 1985). La Grenouille léopard et la Grenouille verte sont surtout récoltées vivantes pour approvisionner les laboratoires. Leur capture s'effectue généralement à l'automne pendant les migrations vers les sites d'hibernation (Leclair, 1985).

Pour la capture des anoures, certains secteurs semblent plus utilisés comme l'illustre la figure 30. Les méthodes de captures varient selon les espèces et la saison, mais les méthodes les plus courantes sont à la main, au dard, à la perche, au gourdin et à l'aide d'enclos (Marcotte, 1981). La période de chasse est du 15 juillet au 15 novembre (Lamontagne *et al.*, 1989).

La chasse aux anoures ne faisait jusqu'à tout récemment (1988) l'objet d'aucune réglementation, ce qui explique l'absence d'information sur l'impact de la récolte sur les stocks et sur la dynamique des populations. De plus, ce vide juridique a laissé la place à des pratiques abusives de chasse. Conséquemment, les principaux intervenants insistent sur la nécessité d'une étude de la dynamique des populations et des espèces rares, de la protection des marécages et d'un meilleur encadrement de la récolte, favorisant ainsi la conservation de cette ressource (MLCP, 1988; Mailhot *et al.*, 1984; Marcotte, 1981).

Depuis quelques années, on note au lac Saint-Pierre une diminution des populations d'anoures (Marcotte, 1981) qui serait due à plusieurs facteurs, dont la perte d'habitats par assèchement de la plaine inondable, l'exploitation abusive, l'usage des pesticides et la mortalité due à la circulation routière (Benoît *et al.*, 1987).



Source : Benoît *et al.*, 1988.

Figure 30 ***Secteurs utilisés pour la capture des anoures dans la ZIP du lac Saint-Pierre***

Une étude de la contamination des espèces aquatiques du lac Saint-Pierre indique que la Grenouille léopard renferme très peu de BPC (teneurs variant de 0,010 à 0,021 mg/kg) et qu'aucune trace de mirex n'a été détectée (Lévesque *et al.*, 1986).

Il faut noter l'absence de contrôle sanitaire du produit pour la consommation et sa vulnérabilité aux bactéries du genre *Salmonella* et *Aeromonas hydrophila*. Cette dernière est une bactérie aquatique provoquant une septicémie hémorragique chez les anoures, communément appelée la maladie "des pattes rouges". Ces deux bactéries peuvent entraîner certaines pathologies plus ou moins sérieuses chez l'humain (Marcotte, 1981; Lamontagne *et al.*, 1989).

La Grenouille des marais est la seule espèce d'amphibien qui fait partie des espèces prioritaires de faune vertébrée dans le cadre du PASL (Laporte *et al.*, 1990).

9.2 Reptiles

Il existe peu de données sur les reptiles au Québec. Une revue de l'écologie des espèces (Cimon, 1986), rédigée à partir d'informations provenant la plupart du temps de l'extérieur (autres provinces et États-Unis), fait le point de façon sommaire sur les espèces du Québec. Benoît *et al.* (1987) mentionnent la présence de cinq espèces de reptiles au lac Saint-Pierre, ce que confirme l'atlas de Bider *et al.* (1990) (tableau 42). Cependant, pour deux espèces, les sources ne s'accordent pas. Beaucoup de connaissances restent à acquérir, notamment sur la biologie des espèces, la dynamique des populations et la vulnérabilité des espèces du lac Saint-Pierre et de leurs habitats (Cimon, 1986; Benoît *et al.*, 1987). Le seul reptile qui fait partie de la liste des espèces prioritaires pour le PASL est la Tortue molle à épines (Laporte *et al.*, 1990).

9.3 Mammifères

9.3.1 Rat musqué. - Cette espèce caractéristique de ce type de milieu est omniprésente au lac Saint-Pierre; on la retrouve partout où le milieu permet l'édification de huttes ou le creusage de terriers et comprend de la végétation favorable à ses besoins alimentaires. Son habitat se trouve dans les zones où le niveau d'eau est propice à la construction de terriers et à la croissance de plantes aquatiques émergentes telles que

Tableau 42 ***Reptiles de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre***

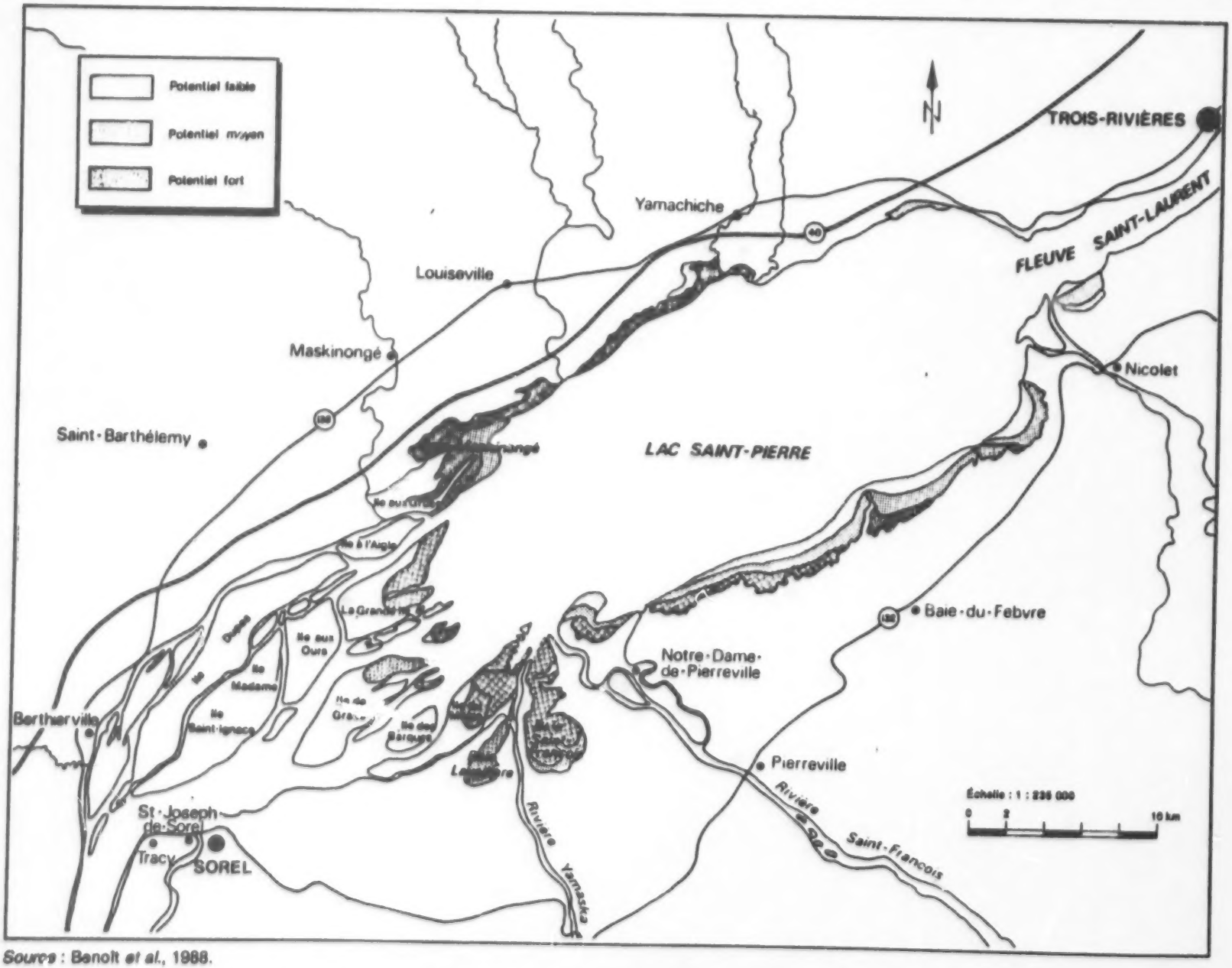
Chélydre serpentine (*Chelydra serpentina*)
Tortue peinte (*Chrysemys picta*)
Tortue molle à épines (*Trionyx spiniferus*)*
Couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*)
Couleuvre à ventre rouge (*Storeria occipitomaculata*)
Couleuvre verte (*Opheodrys vernalis*)**

Sources : Bider *et al.*, 1990; Benoît *et al.*, 1987.

* Mentionné seulement par Bider *et al.*, 1990.
** Mentionné seulement par Benoît *et al.*, 1987.

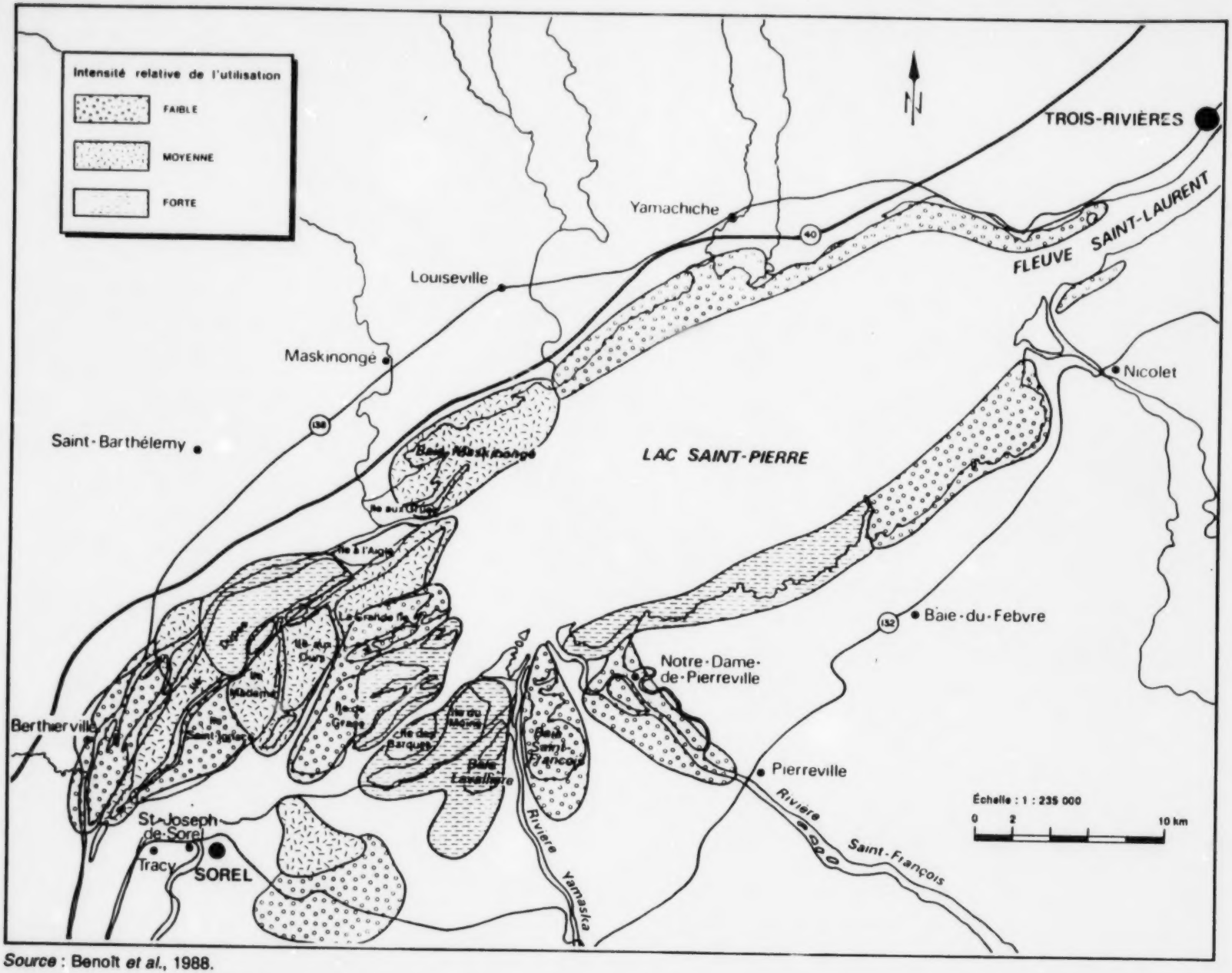
les quenouilles (*Typha sp.*) et plantes similaires (*Butomus sp., Sparganium sp.*) (Blanchette, 1985).

Par conséquent, certaines zones du lac Saint-Pierre montrent un potentiel élevé pour le Rat musqué et sont d'ailleurs fortement utilisées pour la récolte (figures 31 et 32). Il s'agit des îles de la Girodeau, des îlets Percé, de Grâce, des Barques, l'île aux Raisins, la baie de l'île du Moine, la baie Lavallière, la baie Saint-François et la baie de Maskinongé (MLCP, 1988; Parent, 1974; Benoît *et al.*, 1987). Le piégeage du Rat musqué au lac Saint-Pierre demeure une activité importante. Lors de la saison 1984-85, 22 695 peaux de Rat musqué ont été prélevées par les 200 trappeurs de la région, ce qui constituait 10 p. 100 de la récolte québécoise (Benoît *et al.*, 1987). Durant la saison 1986-1987, le nombre de trappeurs est passé à 400 pour 158 846 peaux. Par contre, lors de la saison 1988-1989, la récolte chutait à 27 217 peaux (E. Mathieu, MLCP, Direction générale de la faune, comm. pers.). Le nombre de trappeurs n'étant pas connu pour la saison de 1988-1989, il est probable qu'il ait également subi une forte baisse. Deux facteurs principaux sont à l'origine de ce phénomène, soit les pressions des groupes environnementaux contre le trappage et la baisse du prix des fourrures.



Source : Benoît *et al.*, 1988.

Figure 31 Potentiel des habitats pour le Rat musqué dans la ZIP du lac Saint-Pierre



Source : Benoît *et al.*, 1988.

Figure 32 ***Intensité d'utilisation des zones de piégeage du Rat musqué dans la ZIP du lac Saint-Pierre***

Malgré les années de forte récolte, les populations ne semblent pas menacées. En effet, dans le sud du Québec, le Rat musqué se reproduit deux et même trois fois par année, avec une moyenne de six rejetons par portée (Parent, 1974). Par conséquent, cette espèce présente un remarquable taux de renouvellement annuel des stocks (85 p.100), assurant une récolte soutenue. Cependant, la variation brusque du niveau de l'eau pendant la saison hivernale et, à plus forte raison, la perte d'une partie de son habitat essentiel constituent les menaces les plus sérieuses pour cette espèce (MLCP, 1988).

9.3.2 Autres espèces. - Dans l'archipel, on retrouve au moins 23 espèces de mammifères (tableau 43). Outre les petits rongeurs (campagnol, souris, musaraigne, etc.), on trouve la Mouffette rayée, le Raton laveur, l'Écureuil roux, le Lièvre d'Amérique, la Marmotte commune. De plus, on note la présence occasionnelle du Renard roux, du Coyote, du Cerf de Virginie et de l'Orignal dans les boisés et marécages des îles (Pilon *et al.*, 1981).

Tableau 43 Liste partielle des mammifères de la zone d'intérêt prioritaire du lac Saint-Pierre

---

Soricidae
Grande Musaraigne (*Blarina brevicauda*)

Vespertilionidae
Chauve-souris

Leporidae
Lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*)

Sciuridae
Écureuil gris (*Sciurus carolinensis*)
Écureuil roux (*Tamiasciurus hudsonicus*)
Marmotte commune (*Marmota monax*)
Tamia rayé (*Tamias striatus*)
Grand Polatouche (*Glaucomys sabrinus*)

Cricetidae
Campagnol à dos roux de Gapper (*Clethrionomys gapperi*)
Rat musqué (*Ondatra zibethicus*)
Campagnol des champs (*Microtus pennsylvanicus*)

Tableau 43 (suite)

Zipodidae
Souris sauteuse des champs (*Zapus hudsonius*)

Canidae
Coyote (*Canis latrans*)
Renard roux (*Vulpes vulpes*)

Procyonidae
Raton laveur (*Procyon lotor*)

Castoridae
Castor (*Castor canadensis*)

Mustelidae
Hermine (*Mustela erminea*)
Belette à longue queue (incertain) (*Mustela frenata*)
Vison d'Amérique (*Mustela vison*)
Pékan (*Martes pennanti*)
Moufette rayée (*Mephitis mephitis*)

Cervidae
Cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*)
Orignal (*Alces alces*)

Sources : Benoît *et al.*, 1987; Pilon *et al.*, 1981.

TROISIÈME PARTIE

DIAGNOSTIC ET CONCLUSION

10 DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT DE SANTÉ

10.1 Qualité des habitats

Les milieux humides constituent des habitats de choix pour de nombreuses espèces de poissons et d'oiseaux, et ils occupent encore une grande partie de la superficie totale du lac Saint-Pierre. Ce dernier n'a pas subi de perturbations physiques avec autant de sévérité que les autres secteurs du fleuve Saint-Laurent. Le régime hydrologique est toutefois influencé par le dragage de la voie maritime et les nombreux seuils construits dans l'archipel pour augmenter le débit du chenal de navigation.

La protection du territoire est mal assurée; actuellement à peine 20 p. 100 du territoire de la ZIP du lac Saint-Pierre sont du domaine public, ce qui inclut des terrains appartenant à divers ministères provinciaux ou fédéraux et à divers organismes de conservation. De plus, près du tiers de la superficie du lac et de ses rives est occupé par le ministère de la Défense nationale qui y effectue des essais balistiques. En plus de réduire l'accessibilité de cette portion du lac aux usagers, les essais balistiques sont une source d'impact potentiel sur la qualité de l'habitat et sur les communautés biologiques qui y vivent.

Il existait dans le passé de nombreux conflits d'utilisation des habitats riverains, plus particulièrement au cours de la période de crue printanière. En effet, de nombreuses interventions favorables à l'agriculture et(ou) à la nidification des oiseaux ont été faites sans tenir compte de l'occupation par les poissons des terres inondées. Ces derniers peuvent rester emprisonnés dans les terres après le retrait des hautes eaux. La productivité biologique dans les zones inondées est forte, en particulier pour le zooplancton et la faune phytophile, lesquels constituent des ressources alimentaires importantes pour les poissons et les oiseaux qui fréquentent ces zones. De nos jours, grâce au concept de l'aménagement intégré agro-faunique, nous avons un élément de solution pour régler ces conflits d'utilisation.

D'autres activités nuisibles à la conservation des habitats devraient faire l'objet d'une surveillance étroite comme le déboisement, la récolte hâtive, les feux de prairies, le destruction de l'érablière argentée, etc.

10.2 Eutrophisation

Aucune étude récente ne permet de décrire avec certitude l'état trophique actuel du lac Saint-Pierre. Les études réalisées dans le cadre du Comité d'étude sur le Saint-Laurent (Provencher, 1977) permettent de classifier la majeure partie du lac et du delta de Sorel comme étant méso-eutrophe, avec certains secteurs riverains affichant des conditions eutrophes. Malgré un degré d'eutrophisation élevé, en fonction de critères limnologiques et de productivité biologique, le lac Saint-Pierre peut être défini comme un grand lac mésotrophe sur la base des communautés ichtyennes qu'il supporte. Le lac ne présente un caractère lentique que près des herbiers et des rives ainsi que dans sa partie est; au centre, le débit et la vitesse du courant lui confèrent un comportement plutôt lotique.

Les vocations agricoles et urbaines des territoires adjacents au lac entraînent par ailleurs un enrichissement de la zone photique du lac par des éléments nutritifs provenant en grande partie des fertilisants et des effluents municipaux et industriels. Cet enrichissement favorise la prolifération d'algues et de macrophytes, ce qui est accéléré par la faible profondeur de la majeure partie du lac. La forte densité d'algues filamenteuses et de macrophytes est particulièrement néfaste pour les activités nautiques et nuit à la pêche commerciale en colmatant les filets et les verveux. Elle est accompagnée d'une très faible diversité biologique chez certains groupes, en particulier les macro-invertébrés benthiques dont la communauté est composée principalement d'espèces tolérantes (Tubificidés).

Les biomasses élevées de plantes aquatiques contribuent vraisemblablement au trappage des sédiments et des contaminants, plus particulièrement dans la zone de très forte sédimentation qu'est l'archipel de Sorel. Les plantes absorbent les contaminants présents dans l'eau et les sédiments, ce qui favorise leur remise en circulation et leur transport éventuel lors du décrochement des plantes à l'automne.

Les concentrations de phosphore total ont diminué dans le fleuve entre 1978 et 1986 à la suite de la réglementation fédérale adoptée sur les détersifs. Au cours de la même période toutefois, les teneurs en nitrites-nitrates ont augmenté, vraisemblablement à cause d'une utilisation accrue de fertilisants et de l'accroissement des élevages

de porcs et de bovins (Désilets *et al.*, 1988). Les apports d'origine agricole semblent être déterminants dans le processus d'eutrophisation du lac, mais les apports industriels de nitrates dans la région Sorel-Tracy ont aussi un impact significatif (ASSEAU, 1990).

10.3 Ressources halieutiques et cynégétiques

Le lac Saint-Pierre supporte la plus importante pêcherie commerciale multispécifique d'eau douce du fleuve Saint-Laurent (667,3 t en 1985) et la plus importante pêcherie d'Esturgeon jaune en Amérique du Nord. Il constitue également un site privilégié, à proximité de la région métropolitaine de Montréal, pour la pêche sportive et la chasse à la sauvagine.

Parmi les espèces pêchées commercialement, l'Esturgeon jaune montre des signes de surexploitation au lac Saint-Pierre. Chez l'Esturgeon jaune, le taux de mortalité est passé de 25,5 à 32,7 p. 100 entre 1945 et 1984. Cette mortalité élevée pourrait être en partie attribuable à des facteurs environnementaux. Il est difficile de statuer sur la population de Perchaude compte tenu de l'absence d'information sur la mortalité due à la pêche, malgré que la taille moyenne des perchaudes soit inférieure à ce qu'elle était à la fin des années 1970 et que l'âge moyen des individus capturés à la pêche commerciale (3,0 ans) soit inférieur à l'âge moyen correspondant à la maturité sexuelle (3,2 ans), ce qui indique un taux de mortalité élevé chez cette espèce. Pour la Barbotte brune, si importante pour la préparation du fameux mets régional des Sorellois «La Gibelotte», les populations du lac sont abondantes et semblent équilibrées.

En ce qui concerne deux espèces très recherchées par les pêcheurs sportifs (Doré jaune et Grand Brochet), les données disponibles ne permettent pas de croire que les populations soient en déclin. Toutefois, la taille moyenne du Grand Brochet au lac Saint-Pierre est inférieure à celle mesurée au lac Saint-Louis, ce qui pourrait être attribuable à une mortalité plus élevée, partiellement liée à des facteurs environnementaux. En comparaison des autres plans d'eau de la région de Montréal (lac des Deux-Montagnes et lac Saint-Louis), le rendement de la pêche sportive au lac Saint-Pierre est très faible pour toutes les espèces recherchées (11 kg/ha au lac Saint-Pierre et 39 kg/ha au lac Saint-Louis). Si on ajoute à ce rendement celui de la pêche commerciale

(24 kg/ha), on obtient toutefois au lac Saint-Pierre un rendement total de pêche comparable à celui de la pêche sportive dans la région de Montréal. Pour minimiser les conflits d'utilisation des ressources entre pêcheurs sportifs et commerciaux, le MLCP réserve des périodes exclusives pour la pêche sportive dans les îles de Berthier-Sorel (15 juin au 1er septembre).

Quant aux ressources cynégétiques du lac, elles sont particulièrement importantes en ce qui concerne la récolte de canards barboteurs et de canards plongeurs. Bien qu'on ait observé une diminution d'effectifs chez quelques espèces (Sarcelle à ailes bleues, Canard huppé, Grand et Petit Morillon), de nombreuses autres espèces sont peu exploitées : Bernache du Canada, Oie des neiges (Oie blanche), macreuse, bec-scie, Bécassine des marais et la Gallinule commune. La très forte densité des chasseurs, les modes de chasse comme le rabattage, l'effet d'attraction du refuge de Nicolet et le nautisme expliquent vraisemblablement le pauvre succès de chasse obtenu au lac, comparativement à tout le couloir fluvial. La création d'un réseau d'aire de repos permettrait une distribution plus sécuritaire de la sauvagine tout en favorisant une meilleure utilisation et en prévenant la surexploitation de certains milieux. On estime également que 30 p. 100 des canards abattus ne sont pas récupérés par les chasseurs à cause des types de milieux rencontrés et parce que la plupart des chasseurs n'utilise pas de chiens rapporteurs.

Le problème de la mortalité par le plomb devra faire l'objet d'une attention particulière au lac Saint-Pierre. En effet, vu le grand nombre de chasseurs, cette région est une zone critique pour les risques de mortalité des canards par l'ingestion de plombs de chasse.

Depuis quelques années, l'observation des oiseaux est devenue une activité de loisir de plus en plus populaire, particulièrement sur les terres inondées lors des crues printanières. Le MLCP en collaboration avec la COLASP a d'ailleurs aménagé plusieurs sites d'observation pour favoriser cette activité.

10.4 Bioaccumulation et risques pour la santé

Les niveaux de contamination observés au lac Saint-Pierre dans les différents compartiments du milieu (eau, matières en suspension, sédiments de fond et poissons) indiquent bien l'importance de ce tronçon du fleuve comme intégrateur des apports toxiques en provenance des régions industrialisées situées en amont. La répartition spatiale des contaminants dans le lac illustre l'importance jouée par le delta et l'archipel dans la rétention plus ou moins temporaire des contaminants. Les substances bioaccumulables trouvées dans les poissons et les oiseaux témoignent de la diversité des contaminants présents dans le milieu et de leur cheminement complexe vers les niveaux trophiques supérieurs (Langlois et Sloterdijk, 1989).

Dans les poissons, les contaminants majeurs trouvés sont l'arsenic, le plomb, le mercure, le DDT et ses dérivés, le mirex et les BPC. Pour les BPC et le DDT, la contamination en amont chez les jeunes poissons est supérieure à celle observée en aval. Pour les BPC et pesticides organochlorés, les teneurs moyennes observées dans les spécimens entiers de Doré jaune sont comparables à celles observées ailleurs dans le système Grands Lacs – Saint-Laurent. Pour les métaux, y compris le mercure, les concentrations sont très variables comme dans l'ensemble du système Grands Lacs – Saint-Laurent, car elles sont beaucoup plus associées à des activités industrielles locales.

De tous les contaminants recherchés dans les chairs de poissons, seul le mercure dépasse fréquemment les normes fédérales de mise en marché, principalement chez les gros spécimens de Doré jaune, de Perchaude, de Meunier noir et de Grand Brochet. D'autres contaminants sont présents dans les chairs en concentrations qui atteignent parfois les normes fédérales. Il s'agit entre autres de l'arsenic chez la Lotte, des BPC chez l'Esturgeon jaune et du mirex et des BPC chez l'Anguille d'Amérique. La contamination de l'Anguille d'Amérique et de l'Esturgeon jaune est particulièrement préoccupante, compte tenu de leur importance dans les pêcheries commerciales du lac Saint-Pierre. Dans les moules, il y avait déjà en 1977 des concentrations de plomb supérieures aux normes de mise en marché dans certains secteurs du lac.

D'autres contaminants, présents dans les organismes à des concentrations nettement en dessous des normes de mise en marché, peuvent quand même présenter des risques à long terme pour la santé. Les normes existantes sont réévaluées dans plusieurs pays pour tenir compte des risques carcinogènes et de la synergie probable de plusieurs contaminants. Cette réévaluation permettra de fixer des objectifs de concentration beaucoup mieux adaptés à la protection de la vie aquatique et des écosystèmes.

Chez les oiseaux, il existe trop peu de données sur la bioaccumulation, mais certains résultats obtenus chez le Goéland à bec cerclé, le Canard colvert et le Canard noir sont supérieurs aux normes suggérées pour la consommation du poisson et de la volaille. Il s'agit notamment du mirex, des isomères du chlordane, du pentachlorophénol, de la dieldrine, de l'hexachlorobenzène et des BPC pour la première espèce. La sauvagine dépasse les normes pour les BPC, les isomères de chlordane et le DDT. On a même décelé des traces de furanne (2,3,7,8-TCDF) dans un échantillon de Canard colvert. Trop peu de résultats sont disponibles cependant pour permettre d'évaluer les risques pour la santé. Plusieurs de ces contaminants, en plus du 1,2,3-trichlorobenzène, ont aussi été décelés dans les moules d'eau douce qui servent de proies à certaines espèces d'oiseaux aquatiques.

10.5 Espèces rares, menacées ou sensibles

Vingt-sept espèces de plantes considérées comme susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables par Lavoie (1991) ont été trouvées dans les milieux humides de la ZIP du lac Saint-Pierre. Deux de ces espèces, l'*Echinochloa walteri* et le *Cyperus lupulinus* ssp. *lupulinus*, sont exclusives à cette région au Québec. Sept espèces sont considérées rares dans toutes les provinces canadiennes (Argus et Pryer, 1990), et seize sont jugées prioritaires à protéger le long du fleuve Saint-Laurent. Parmi les espèces sensibles, il faut souligner l'importance des prairies à *Calamagrostis* et *Phalaris* et celle de l'érablière argentée pour assurer l'équilibre écologique du lac.

Chez les poissons, plusieurs espèces anadromes ont disparu ou ne fréquentent plus le lac, dont le Bar rayé (*Morone saxatilis*), le Poulamon Atlantique (*Microgadus*

tomcod) et l'Esturgeon noir (*Acipenser oxyrhyncus*). Par ailleurs, l'Esturgeon jaune pourrait être en situation précaire dans le Saint-Laurent; d'autres, comme c'est le cas du Grand Brochet, font face à un empiètement sur l'habitat de reproduction que constitue la plaine de débordement (Robitaille et Choinière, 1989). Avec ses 80 espèces différentes, la communauté de poissons du lac Saint-Pierre est très diversifiée et renferme entre autres quelques espèces, comme le Crayon d'argent (*Labidesthes sicculus*), dont les effectifs dans le Saint-Laurent sont très limités. Par ailleurs, deux espèces ont été désignées par le C.S.E.M.D.C. comme menacées (Suceur cuivré) ou rares (Suceur ballot).

La protection de certains habitats de frai, en particulier les terres inondées, est déterminante pour la survie de plusieurs espèces du lac, dont la Perchaude et le Grand Brochet. Certaines aires de frai dans des tributaires du lac ne sont plus utilisées par les poissons, comme c'est le cas pour l'Esturgeon jaune qui ne fréquente plus la rivière Saint-François.

Parmi la faune avienne qui fréquente la région du lac Saint-Pierre, 12 espèces font partie de la liste des oiseaux menacés du Québec (Robert, 1989), mais aucune de ces espèces n'est spécifique au lac Saint-Pierre. Parmi les espèces considérées rares mais n'ayant pas de statut, le Canard roux a niché à Baie-du-Febvre en 1981; c'est le seul site connu de nidification pour cette espèce au Québec.

Le lac Saint-Pierre abrite également la plus importante héronnière en Amérique du Nord (844 nids) et quelques colonies nicheuses de Bihoreau à couronne noire, de Sternes pierregarin et d'Hirondelles du rivage. Pour assurer la conservation de cette héronnière, il est particulièrement important de limiter le dérangement potentiel par les utilisateurs du lac. La très grande diversité de la communauté avienne (288 espèces) est aussi dépendante de la préservation de la qualité des habitats du lac.

10.6 Santé des organismes

Il existe très peu d'informations disponibles sur la santé des organismes aquatiques du fleuve Saint-Laurent en général. Les seules études disponibles pour le lac Saint-Pierre ont été réalisées par Environnement Canada en 1989 sur des poissons

et des moules, à l'aide d'indicateurs biochimiques, histologiques, pathologiques et génétiques. Les résultats préliminaires disponibles indiquent que les poissons du lac Saint-Pierre subissent un stress plus ou moins important à toutes les stations échantillonnées. Ce stress est comparable à celui observé chez les poissons des autres lacs riverains, sauf à la station de Beauharnois sur la rive sud du lac Saint-Louis, où le stress observé était significativement plus élevé qu'ailleurs dans le fleuve. Certaines stations ont par ailleurs affiché une incidence élevée de tumeurs externes chez les poissons, mais trop peu de données sont présentement disponibles pour confirmer ces observations faites principalement chez le Doré jaune et le Meunier noir. Les relations entre la santé des organismes et la contamination des organismes et du milieu sont présentement à l'étude pour les lacs Saint-Pierre, Saint-Louis et Saint-François.

10.7 Intégrité des communautés

La détermination de certains indices écologiques permet de mesurer l'état de santé des communautés et des populations, ce qui peut être relié au niveau de contamination et(ou) de dégradation du milieu aquatique. Les résultats préliminaires de l'étude entreprise par Environnement Canada en 1989 reflètent bien les distinctions majeures entre le lac Saint-François et le lac Saint-Pierre, engendrées principalement par les différences quant à la diversité d'habitats et la régularisation des niveaux d'eau. La richesse spécifique et la biomasse totale sont nettement plus élevées dans le lac Saint-Pierre que dans le lac Saint-François. D'autre part, le Doré jaune, co-dominant en biomasse dans le lac Saint-Pierre, est remplacé par le Meunier noir dans le lac Saint-François.

Bien que les variations de l'IBI soient faibles au lac Saint-Pierre, elles montrent des valeurs plus élevées aux stations situées dans l'archipel qu'à celles situées dans le lac. Cette différence se reflète également au niveau de la richesse spécifique. La calibration de l'IBI pour utilisation plus générale dans le fleuve est en cours, et elle devrait permettre de mieux définir les métriques et valeurs correspondantes.

Il est fréquent aussi d'utiliser les communautés d'invertébrés benthiques pour évaluer l'état de détérioration d'un plan d'eau. Le Comité d'étude du fleuve Saint-

Laurent (Demers *et al.*, 1976; Levasseur, 1977) divisait les milieux en deux catégories (pollué et non pollué) et en cinq classes (dégradation avancée, mauvais état, état intermédiaire, bonne condition et très bonne condition), tandis que l'Ohio EPA (1987) divise le milieu en quatre classes (pauvre, acceptable, bon, exceptionnel) (tableau 44). Ces divisions sont basées sur l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité (ou la régularité). Pour le lac Saint-Pierre dans son entier, 82,5 p. 100 des stations sont polluées selon le critère d'équitabilité, tandis que 18,2 p. 100 le sont selon le critère de diversité. D'après la classification de l'Ohio EPA, 61,4 p. 100 des stations sont considérées comme pauvres, 27,3 p. 100 acceptables, 9,1 p. 100 bonnes et 2,3 p. 100 (soit une seule) exceptionnelle au point de vue de la faune benthique. Plus de 52 p. 100 des stations sont considérées comme en état de dégradation avancée ou en mauvais état selon la classification de Levasseur (1977). À peine plus de 16 p. 100 des stations sont considérées comme en bonne ou très bonne condition en fonction des critères de diversité et d'équitabilité.

Selon ces mêmes critères, la rive sud du lac montre un milieu pauvre ou pollué. La diversité moyenne sur la rive sud montre un milieu considérablement appauvri. L'équitabilité moyenne montre également un milieu pollué. Le nombre moyen d'organismes par station est du même ordre de grandeur que la zone littorale du lac Borrevan, un lac eutrophe (Okland, 1964, dans Wetzel, 1975).

La rive nord du lac présente le même portrait général, la diversité et l'équitabilité y étant faibles. La station de Pointe-du-Lac est classifiée pauvre par Vincent (1979), acceptable par l'Ohio EPA (1987) et intermédiaire par rapport aux critères de Demers *et al.* (1976), tandis que les stations inventoriées par Éco-Recherches (1974) sont considérées comme pauvres, polluées et en état de dégradation avancée ou en mauvais état selon les critères énoncés ci-dessus.

L'ICI, développé par l'Ohio EPA (1987), tient compte de 10 métriques différentes, incluant la richesse taxonomique, l'abondance relative de certains taxons et l'abondance relative des organismes tolérants. Cet indice a été testé au lac Saint-François, et les résultats ont permis de classer efficacement les stations en fonction de leur niveau de dégradation. On envisage son application générale au fleuve, et une

Tableau 44 ***Classes des indices synthétiques pour la caractérisation des communautés benthiques et répartition selon les milieux***

Paramètres	Milieu pollué[a]	Milieu non pollué[a]	Classe 1[b] Exceptionnel	Classe 2 Bon++	Classe 3 Acceptable	Classe 4 Pauvre	Dégradation avancée[c]	Mauvais état	Intermédiaire	Bonne condition	Très bonne condition
Critères											
Diversité de Shannon (en log base 2) (générique)	< 1	3 - 4	> 3,5	2,9 - 3,5	2,3 - 2,9	< 2,3	< 1	1 - 2	< 2 > 2	2 - 3	>3
Équitabilité (générique)	< 0,5 (0,0 - 0,3)	> 0,5 (0,6 - 0,8)					et < 0,5	et < 0,5	et > 0,5 < 0,5	et > 0,5	et >0,5
Nombre de taxons			> 30	25 - 30	20 - 25	< 20					
Répartitions (%)											
LAC SAINT-PIERRE											
Diversité	18,2	6,8	2,3	9,1	27,3	61,4					
Équitab.	82,5	17,5					16,7	35,7	31,0	9,5	7,1
Nombre de taxons			4,5	4,5	27,3	63,6					
RIVE SUD											
Diversité	10,5	15,7	0	15,8	26,3	57,9					
Équitab.	78,9	21,1					10,5	31,6	41,4	0	10,5
Nombre de taxons			5,5	0	26,2	65,3					
RIVE NORD											
Diversité	20,8	4,2	0	12,5	33,5	58,3					
Équitab.	83,3	16,7					25	29,2	29,2	12,5	4,2
Nombre de taxons			5	8	28	59					
PARTIE DELTA											
Diversité	20,8	0	0	8,3	29,2	62,5					
Équitab.	95,8	4,3					20,8	33,3	45,8	0	0
Nombre de taxons											

Tableau 44 (suite)

Paramètres	Milieu pollué[a]	Milieu non pollué[a]	Classe 1[b] Exceptionnel	Classe 2 Bon++	Classe 3 Acceptable	Classe 4 Pauvre	Dégradation avancée[c]	Mauvais état	Intermédiaire	Bonne condition	Très bonne condition
PARTIE LAC											
Diversité	6,7	20	6,7	20	33,3	40					
Équitab.	60	40					6,7	26,7	26,7	20	20
Nombre de taxons											

[a] Tiré de Demers *et al.*, 1976.
[b] Tiré de l'Ohio EPA, 1987.
[c] Levasseur,1977.
[d] Données tirées de Levasseur, 1977 (échantillons de 1975 et 1976).

calibration des métriques est présentement en cours à partir de données générées dans le cadre du projet Archipel.

Jusqu'à maintenant, aucun indice d'intégrité n'a été développé pour suivre l'évolution des communautés d'oiseaux à grande échelle. Toutefois, il semble que ceux-ci pourraient constituer de bons indicateurs de l'état de santé de certains écosystèmes aquatiques. D'ailleurs, en ce sens, une ébauche exploratoire faite par Loranger *et al.* (1990), grâce au fichier EPOQ, indique qu'au lac Saint-Pierre les omnivores et les insectivores semblent être aperçus moins fréquemmment depuis dix ans. De plus, pour la même période, il semble que les carnivores aient vu leurs effectifs augmenter.

11 CONCLUSION

Le lac Saint-Pierre supporte d'importantes ressources biologiques et une grande diversité écologique, lesquelles sont en grande partie attribuables aux milieux humides présents à sa périphérie et dans les îles en amont. Compte tenu de l'importance du lac Saint-Pierre comme producteur de ressources biologiques pour le fleuve Saint-Laurent, il est souhaitable d'augmenter la superficie des terres qui bénéficient d'un statut de protection. De plus, parallèlement à un contrôle accru des rejets industriels toxiques dans le lac, il est nécessaire d'exercer un contrôle des fertilisants agricoles et des rejets urbains (finalisation du Programme d'assainissement des eaux du Québec) pour espérer déceler une amélioration du degré trophique du lac et une diminution de la contamination du milieu.

RÉFÉRENCES

ANALEX (1990). *Étude exploratoire d'analyse des indicateurs des effets sous-létaux (oxydases à fonctions multiples et métallothionéines).* Rapport préliminaire présenté à l'Institut Maurice-Lamontagne, Pêches et Océans Canada, Mont-Joli (Québec). 74 p.

ANDERSON, R.O. et A.S. Wheitman (1978). «The Concept of Balance for Coolwater Fish Populations». *Am. Fish. Soc. Spec. Publ. 11* : 371-381.

ANONYME (1987). *Avis scientifique sur le statut de la population de Grand Brochet au lac Saint-Pierre.* Avis scientifique 87/2. Comité scientifique conjoint. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. 5 p.

ARGUS, G. et K.M. Pryer (1990). *Les plantes vasculaires rares du Canada, notre patrimoine naturel.* Musée canadien de la nature. Ottawa.

ASSEAU (1990). *Apport du fleuve et du secteur industriel en contaminants (tronçon du lac Saint-Pierre).* Rapport d'étape présenté au Centre Saint-Laurent le 24 juillet 1990, 33 p.

AUCLAIR, M.J., D. Gingras, J. Harris et A. Jourdain (1991). *Synthèse et analyse des connaissances sur les aspects socio-économiques du lac Saint-Pierre.* Rapport technique. Zone d'intérêt prioritaire n^0 11. Version préliminaire. Centre Saint-Laurent, Conservation et Protection, Environnement Canada. 153 p. et cartes.

AUDET, C. (1990). *Analyse des indicateurs des effets sous-létaux (histologie du foie et des branchies).* Rapport préliminaire présenté à l'Institut Maurice-Lamontagne, Pêches et Océans, Mont-Joli (Québec). 56 p.

BARIBEAU, L., J.G. Lanouette et C. Tessier (1982). *Exploitation commerciale des populations d'écrevisses (Decapoda astocidae) du lac Saint-Pierre (Québec).* G.D.G. Env.- Mauricie pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 49 p.

BARIBEAU, L., R. Savignac et R. Couture (1983). *Le suivi des populations d'écrevisses du lac Saint-Pierre exploitées commercialement.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la faune aquatique. 39 p.

BEAUREGARD, N. et R. Leclair Jr (1988). «Multivariate Analysis of the Summer Habitat Structure of *Rana pipiens* (Schreber) in Lake Saint-Pierre (Québec, Canada)», texte présenté au symposium *Management of Amphibians, Reptiles and Small Mammals in North America*, pp. 129-143.

BÉLAND, J. et R. Demers (1977). *La teneur en substances toxiques dans les plantes aquatiques et les facteurs limitant leur croissance.* Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Rapport technique n° 8, 179 p.

BÉLANGER, L. et M. Bernard (1983). *Le pompage des eaux de crue de la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre et ses implications sur l'ichtyofaune : secteur 2 et 3.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières. 52 p.

BÉLANGER, L., P. Blanchette, D. Gélinas, S. Tremblay et H. Vanlande-Ghem (1984). *Pêche commerciale et reproduction du Grand Brochet (Esox lucius) et de la Perchaude (Perca flavescens) au lac Saint-Pierre, Québec.* Rapport présenté au ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières. 46 p.

BÉLANGER, L., D. Lehoux et C. Grenier (1989). *Propositions d'aménagement des îles du fleuve Saint-Laurent pour la sauvagine à partir de matériaux de dragage (secteur Montréal-Trois-Rivières).* Environnement Canada, Service canadien de la faune. 125 p.

BENDWELL et Associés Ltée (1985). *Détermination de l'abondance du zooplancton dans le lac Saint-Pierre pour la période de crue printanière de 1984.* Pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale de Trois-Rivières. 56 p.

BENOÎT, J., R. Bergeron, J.-C. Bourgeois, S. Desjardins et J. Picard (1987). *Les habitats et la faune de la région du lac Saint-Pierre : synthèse des connaissances.* Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche, Directions régionales de Montréal et de Trois-Rivières. 123 p.

BENOÎT, J., J.-C. Bourgeois, S. Desjardins et J. Picard (1988). *Plan de conservation et de mise en valeur des habitats et de la faune du lac Saint-Pierre.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Directions régionales de Montréal et de Trois-Rivières. 116 p. et cartes.

BERNARD, M., L. Bazin et M.J. Gilbert (1985). *Enquête auprès des pêcheurs récréatifs au lac Saint-Pierre en 1985.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières. 39 p.

BERNARD, M. et G. Codin-Blumer (1985). *Caractéristiques morphométriques de quinze espèces de poissons capturés au verveux à la pêche commerciale au lac Saint-Pierre en 1983.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières. 236 p.

BIDER, J.R. et S. Matte (1990). *Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec 1988-1989.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent. Préliminaire. 356 p.

BIRD, D.M. et N.W. Gard (1990). *Rapport sur le statut du Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*) au Québec*. Rédigé pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 39 p.

BLANCHETTE, P. (1985). «Étude de la sélection de l'habitat préférentiel du Rat musqué (*Ondatra zibethicus*) dans des étangs aménagés au lac Saint-Pierre, Québec». Thèse de maîtrise. Université du Québec à Trois-Rivières. 88 p.

BONAR, A. (1977). «Relations Between Exploitation, Yield and Community Structure in Polish Pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) Lakes, 1966-71". *J. Fish. Res. Board Can., 34* : 1576-1580.

BOUCHARD, A., D. Barabé, M. Dumais et S. Hay (1983). *Les plantes vasculaires rares du Québec*. Musées nationaux du Canada, Musée national des sciences naturelles, syllogeus n° 48, 79 p.

BOUCHARD, D. (1976). *Localisation des frayères des principales espèces de poissons d'intérêt sportif et commercial dans le fleuve Saint-Laurent (Phase I)*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, présenté au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. 175 p.

BOURBEAU, D. (1982). *Évaluation et localisation de l'effort de pêche commerciale au verveux dans le lac Saint-Pierre, 1978-79*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières. 38 p.

BOURGEOIS, J.C., D. Lehoux, et M. Darveau (1983). *Bilan d'activité diurne de la sauvagine et sélection des types de culture pour son alimentation lors de la halte migratoire printanière dans le secteur Baieville, lac Saint-Pierre*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et Service canadien de la faune. 56 p.

BRAUNE, B.M. (1990). *Report on Contaminants in Waterfowl Surveyed during the Fall of 1988*. Centre national de la recherche faunique, Service canadien de la faune (Hull). Rapport interne. 18 p.+ annexes.

BROUSSEAU, P. (1981). *Distribution et abondance des oiseaux de rivage le long du Saint-Laurent, section Cornwall-La Pocatière*. Service canadien de la faune. 132 p.

BUIJSE, T. (1987). «Contaminant Concentration in, and Effects on, Yellow Perch (*Perca flavescens* [Mitchill]) and Spottail Shiner (*Notropis hudsonius* [Clinton]) of the St. Lawrence River». Thèse de maîtrise, Department of Fish Culture and Inland Fisheries, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

BURTON J. (1990). «Programmation ZIP (1990-1993)». Centre Saint-Laurent, Environnement Canada. Document non publié. 9 p. + 2 figures.

CASTONGUAY, M., J.-D. Dutil et C. Desjardins (1989). « Distinction Between American Eels (*Anguilla rostrata*) of Different Geographic Origins on the Basis of their Organochlorine Contaminant Levels". *Can. J. Fish. Aquat. Sci., 46* : 836-843.

CCMRE (Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement) (1987). *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada.* Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures. Ottawa.

CHAPLEAU, F. (1980). «La variation morphologique chez deux espèces de dards du Québec : *Etheostoma nigrum* (Rafinesque) et *Etheostoma olmstedi* (Storer) (*Percidae: Etheostomatinae*)». Université de Montréal. Mémoire de maîtrise. 93 p.

CIMON, A. (1986). *Les reptiles du Québec, bio-écologie des espèces et problématique de conservation des habitats.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 93 p.

CLÉONIQUE, J. (1936). «La flore et les eaux du Québec : étude d'évolution floristique dans la région Ottawa-Montréal-Trois-Rivières, particulièrement en ce qui concerne l'influence des lacs sur cette évolution». Université de Montréal. Thèse non publiée. 288 p.

COLBY, P.J., R.E. Mc Nicol et R.A. Ryder (1978). «Symposium of Biological Data on the Walleye *Stizostedion v. vitreum* (Mitchill 1818)». *FAO Fish Synop.* 119. 139 p.

COMITÉ SUR LE STATUT DES ESPÈCES MENACÉES DE DISPARITION AU CANADA (CSEMDC) (1989). *Liste d'espèces avec leur statut désigné, avril 1989.* Ottawa, Ontario, K1A 0E7. 9 p.

COUILLARD, D. (1983). «BPC et pesticides organochlorés dans le système Saint-Laurent». *Can. Water Resources J., 8*(2) : 105-114.

COUILLARD, L. et P. Grondin (1986). *La végétation des milieux humides du Québec.* Les publications du Québec. 353 p.

COUTURE, R. et R. Savignac (1984). «Première mention au Québec de l'écrevisse *Orconectes limosus* (Rafinesque)». *Naturaliste Can., 111* : 211-212.

CUERRIER, J.P. (1966). «Observations sur l'Esturgeon de lac *Acipenser fulvescens* Raf., dans la région du lac Saint-Pierre au cours de la période du frai». *Naturaliste can., 93* : 279-334.

CUERRIER, J.P. (1945). *Les stades de maturité chez l'Esturgeon du lac Saint-Pierre.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Office de Biologie. MS 2212 : 14 p.

DANSEREAU, P. (1959). «*Phytogeographia laurentiana ii.* The Principal Plant Associations of the St. Lawrence Valley». *Cont. Inst. Bot.* Université de Montréal, n° 75, pp.1-147.

DAVID, R., G. Laterrière et C. Pomerleau (1985). *La pêche récréative sur le lac Saint-Pierre en 1984 par la population des municipalités riveraines.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de l'analyse et de la recherche socio-économique et Direction de la faune aquatique. 44 p.

DEMERS, R., H. Levasseur et A. Rousseau (1976). *Étude sur le fleuve Saint-Laurent. Étude de la diversité du benthos, phase 1.* Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. 53 p.

DE REPENTIGNY, L.-G. (1989). Carte manuscrite, Service canadien de la faune, Québec.

DESGRANGES, J.L., G. Chapdelaine et P. Dupuis (1984). «Sites de nidification et dynamique des populations du Cormoran à aigrettes au Québec». *Journal Canadien de Zoologie, 62* : 1260-1267.

DÉSILETS, L., C. Langlois, A. Lamarche et D. Cluis (1988). «Tendances temporelles de la qualité physico-chimique de l'eau du fleuve Saint-Laurent (tronçon Cornwall - Québec) au cours de la période de 1955 à 1986». *Water Poll. Res. J, Canada, 23* : 4, pp. 542-555.

DESJARDINS, C., J.-D. Dutil et R. Gélinas (1983a). «Contamination par le mirex de l'anguille (*Anguilla rostrata*) du bassin du fleuve Saint-Laurent». *Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat.* 141. 52 p.

DESJARDINS, C., J.-D. Dutil et R. Gélinas (1983b). «Contamination par les biphényles polychlorés de l'anguille (*Anguilla rostrata*) du bassin du fleuve Saint-Laurent». *Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat.* 144. 56 p.

DESJARDINS, G. (1985). «Déplacements de l'Esturgeon jaune *Acipenser fulvescens* dans la région de Montréal et caractérisation de la récolte commerciale selon les secteurs de pêche, de mai 1981 à décembre 1984». Université du Québec à Montréal. Thèse de maîtrise. 110 p.

DION, J. et D. Jauvin (1988). *L'observation des oiseaux au lac Saint-Pierre : guide des sites.* Société ornithologique du centre du Québec. 239 p.

DOLAN, D., J.C. Bourgeois, J. Bourgeois et D. Lehoux (1983). *Bilan d'activité nocturne de la Bernache du Canada lors de la halte migratoire printanière dans le secteur Nicolet-Longue-Pointe, lac Saint-Pierre.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et Service canadien de la faune. 53 p.

DRYADE (1980). *Habitats propices aux oiseaux migrateurs le long des rives de la rivière Richelieu, de la rivière Outaouais, du fleuve Saint-Laurent, de l'estuaire du Saint-Laurent, de la Côte-Nord du golfe du Saint-Laurent, de la péninsule gaspésienne et des îles de la Madeleine, Québec.* Préparé pour Environnement Canada, Service Canadien de la faune. 66 p. et atlas cartographique à l'échelle du 1 : 20 000.

DUFF, J.N., M. Robitaille, M. Bouchard, I. Ducharme, M.P. Duvieusart, J. Fontaine, Y. Rajotte et R. Jacqueline (1989). *Développement d'un outil de gestion des déblais de dragage, lac Saint-Pierre, Québec.* Hamel, Beaulieu et ass. pour Travaux publics Canada. 130 p. + cartes.

DUMONT, P., F. Axelson, H. Fournier, P. Lamoureux, Y. Mailhot, C. Pomerleau et B. Portelance (1987). *Avis scientifique sur le statut de la population d'Esturgeon jaune dans le système du fleuve Saint-Laurent.* Avis scientifique 87/1. Comité scientifique conjoint. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. 21 p.

DUMONT, P., R. Fortin G. Desjardins et M. Bernard (1986). «Biology and Exploitation of Lake Sturgeon in the Québec Waters of the St. Lawrence River». Dans Olver, C.H. (éd.). *Proceedings of a Workshop on the Lake Sturgeon* Acipenser fulvescens. Ont. Fish. Tech. Rep., Ser. No. 23: 57-76.

DUTIL, J.-D., B. Légaré et C. Desjardins (1985). «Discrimination d'un stock de poisson, l'Anguille (*Anguilla rostrata*), basée sur la présence d'un produit chimique de synthèse, le mirex». *Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42* : 455-458.

ÉCO-RECHERCHE (1974). *Étude du fleuve Saint-Laurent, tronçon lac Saint-Pierre-Montmagny. Étude planctonique et benthique du fleuve Saint-Laurent.* Pour Environnement Canada, ministère des Transports du Canada, Services de protection de l'environnement du Québec et ministère des Richesses naturelles du Québec. 164 p.

ENVIRONNEMENT CANADA (1990). *Données préliminaires d'analyses de contaminants dans les poissons du lac Saint-Pierre récoltés en 1989.* Centre Saint-Laurent, Direction Écotoxicologie et Écosystèmes.

ENVIRONNEMENT CANADA (1987). *Données sur les eaux de surface du Québec.* Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa.

FEDERAL REGISTER (1979). Vol. 44, n° 127, pp. 38330-38340.

FILLION, D. (1979). *Inventaire écologique de l'île du Moine, Sainte-Anne-De-Sorel (et Saint-François-du-lac) comté de Richelieu (et comté de Yamaska), Québec.* Services de protection de l'environnement, Direction générale de la nature. 34 p.

FOOD CHEMICAL NEWS (1989). Vol. 31, n° 17, p. 10.

FORTIN, R., P. Dumont, J.-R. Mongeau, M. Léveillé, S. Guénette et C. Desjardins (1989). *Distinction des stocks d'Esturgeon jaune* Acipenser fulvescens *du lac des Deux Montagnes et du couloir fluvial du Saint-Laurent au moyen de l'étude des déplacements, de la croissance et de la mortalité.* Étude réalisée en collaboration par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et l'Université du Québec à Montréal. 39 p.

FOURNIER, H. (1980). «Quelques aspects de la biologie du Grand Brochet *Esox lucius L.* dans la portion de la rivière Richelieu comprise entre la frontière canado-américaine et Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix». Université du Québec à Montréal. Thèse de maîtrise. 143 p.

FRENETTE, M., C. Barbeau et J.L. Verrette (1989). *Aspects quantitatifs, dynamiques et qualitatifs des sédiments du Saint-Laurent.* Rapport présenté aux gouvernements du Canada et du Québec par Hydrotech Inc., 185 p. + annexes.

GABELHOUSE, D.W. Jr (1984). «A Length Categorization System to Assess Fish Stocks". *North Amer. J. Fish. Management, 4* : 273-285.

GAMMON, J.R., A. Spacie, J. L. Hamelin et R.L. Kaesler (1981). «Role of Electrofishing in Assessing Environmental Quality of the Wabash River». *Ecological Assessements of Effluents Impacts on Communities of Indigenous Aquatic Organisms.* ASTM STP 730. J.M. Bates et C.I. Weber éd. American Society for Testing and Materials, pp. 307-324.

GAUTHIER, B. (1980). «Les limites phytogéographiques du Saint-Laurent». *Provancheria*, 11.

GERMAIN, A. et M. Janson (1984). *Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent de Cornwall à Québec (1977-1981).* Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Longueuil, Québec, 220 p.

GERMAIN, A., S. Forrest et P.Y. Caux (1990). *Résultats de qualité de l'eau à l'intérieur des ZIP lac Saint-Pierre (11) et Saguenay (22).* Environnement Canada, Centre Saint-Laurent. 9 p. + figures, tableaux et annexes.

GHANIMÉ, L., J.L. Desgranges, S. Loranger et coll. (1990). *Les régions biogéographiques du Saint-Laurent.* Lavallin Environnement inc. pour Environnement Canada et Pêches et Océans (région du Québec). Rapport technique, pagination multiple plus annexes.

GOUVERNEMENT DU CANADA (1989). *Plan d'action Saint-Laurent, rapport annuel 1988.* ISBN O-662-56743-9. Cat. No. EN40-11/17-1988. 40 p.

GOYETTE, D., S. Génette, N. Fournier, J. Leclerc, G. Roy, R. Fortin et P. Dumont, (1988). *Maturité sexuelle et périodicité de la reproduction chez la femelle de l'Esturgeon jaune* Acipenser fulvescens *du fleuve Saint-Laurent.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Montréal. Rapport de travaux 06-02. 84 p.

GRATTON, L. (1983). *Classification des terres humides de la rive sud du lac Saint-Pierre, secteur Baie-du-Febvre.* Déry, Rocray et ass. pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Rapport technique. 26 p. et cartes 1:10 000.

GRATTON, L. et C. Dubreuil (1990). *Portrait de la végétation et de la flore du Saint-Laurent.* Direction de la conservation et du patrimoine écologique, ministère de l'Environnement du Québec. 56 p.

GRAVEL, Y. et L. Lévesque (1977). *Étude sur le fleuve Saint-Laurent, localisation et cartographie de zones d'herbiers du fleuve Saint-Laurent.* Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Rapport technique n° 1. 160 p.

GREEN, A. H. (1979). *Sampling Design and Statistical Methods for Environmental Biologists.* John Wiley & Sons, New York.

GUAY, G. et J. Dandurand (1986). *Échantillonnage des jeunes poissons de l'année comme bioindicateurs des substances toxiques dans le fleuve Saint-Laurent (tronçon fluvial: Cornwall-Portneuf).* Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Région du Québec. 132 p.

GUÉRARD, G. (1978). «Étude de l'impact de la pollution par des hydrocarbures surla faune benthique du fleuve Saint-Laurent». Université du Québec à Montréal. Mémoire de maîtrise. 62 p.

HART, C., S. Forbes, N. Pettigrew et S. Toutant (1983). *La pêche d'hiver au lac Saint-Pierre: analyse bio-socio-économique.* Corporation pour la mise en valeur du lac Saint-Pierre et municipalité de Notre-Dame-de-Pierreville. 37 p.

HAZEL, P.P. et C. Pomerleau (1986). *Ressources ichtyennes et activités halieutiques au lac Saint-Pierre: bilan et analyse des connaissances en 1985.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la faune aquatique, Service des espèces d'eau fraîche. Rapport technique n° 86-03. 106 p.

HAZEL, P.P. et R. Fortin (1985). *Le Doré jaune* Stizostedion vitreum *(Mitchill) au Québec : biologie et gestion.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la faune aquatique, Service des espèces d'eau fraîche. Rapport technique n° 86-04. 417 p.

INTERNATIONAL JOINT COMMISSION (IJC) (1989). «Public Input Sought on Proposed Listing/delisting Criteria for Great Lakes Areas of Concern». *Focus, 14*(1) : 13-14.

INTERNATIONAL JOINT COMMISSION (IJC) (1987). *Report, Great Lakes Science Advisory Board.* Report to the I.J.C. 78 p.

JACQUES, D. (1986). *Cartographie des terres humides et des milieux environnant du lac Saint-Pierre.* Corporation pour la mise en valeur du lac Saint-Pierre et ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières. 70 p. et cartes.

JACQUES, D. et C. Hamel (1982). *Système de classification des terres humides du Québec.* Direction générale de la faune, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 131 p.

JANELLE, C. (1987). *Profil socio-économique de la pêche commerciale au lac Saint-Pierre et ses aspects économiques.* Direction de la planification, ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation. 24 p.

JOHNSON, G. 1991. *Rapport de pêche 1986-89.* Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation. Direction du développement régionales. 155 pages

KARR, J.R., K.D. Fausch, P.L. Angermeier, P.R. Yant et I.J.Schlosser (1986). «Assessment of Biological Integrity in Running Waters: a Method and its Rationale». *Ill. Nat. Hist. Surv. Spec. Publ.* 5. 28 p.

KLAVERKAMP, J.F., W.A. Macdonald, D.A. Duncan et R. Wagemann (1984). «Metallothionein and Acclimation to Heavy Metals in Fish: a Review». P. 99-113. *in* Cairns, V.W., P.V. Hodson et J.O. Nriagu (éd.). *Contaminant Effects on Fisheries.* John Wiley and Sons. Toronto, Ontario.

LACOURSIERE, E., B. Blanchard, G. Vaillancourt et R. Couture (1976). *Étude quantitative de la végétation du littoral et de la batture de Gentilly.* Énergie atomique du Canada limitée, Rapport d'Hydro-Québec. Groupe de recherche sur les écosystèmes aquatiques. Université du Québec à Trois-Rivières.

LALUMIERE, R., A. Boudreault et J.Y. Chouinard (1988). *Projet d'aménagement faunique de l'île Dupas : rapport principal version finale.* Étude d'impact sur l'environnement. Gilles Shooner et ass. inc. pour Canards illimités Canada. 131 p.

LAMONTAGNE, C., R. Leclair Jr, et G. Charpentier (1989). *Caractéristiques écotoxicologiques d'*Aeromonas hydrophila *: incidences infectieuses sur la faune herpétologique du lac Saint-Pierre et risques pour l'humain.* Rapport final. 39 p.

LAMOUREUX, P., F. Axelsen, P. Dumont, H. Fournier, Y. Mailhot, C. Pomerleau et B. Portelance (1988). *Avis scientifique sur le statut de la population de Grand Brochet du lac Saint-Pierre.* Avis scientifique 87/2. Comité scientifique conjoint. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. 14 p.

LAMOUREUX, J.P. (1971). «Étude écologique de quelques groupements ripariens de la région de Montréal». Thèse de maîtrise. Université Laval. 137 p.

LANGLOIS, C., L. Lapierre, M. Leveillé et G. Walsh (1990). «Assessment of Aquatic Ecosystem Health in the St. Lawrence River by Using Ecological, Biochemical and Pathological Indicators». Communication présentée dans le cadre du Symposium *Aquatic Ecosystem Health* tenu à l'Université de Waterloo, du 23 au 26 juillet 1990.

LANGLOIS, C. et L. Lapierre (1989). «Utilisation de l'écologie et de l'écotoxicologie des communautés biologiques pour mesurer l'état de santé des écosystèmes du fleuve Saint-Laurent». Communication présentée dans le cadre du *Symposium sur le Saint-Laurent* tenu à Montréal, les 3 et 4 novembre 1989, en collaboration avec le Centre Saint-Laurent d'Environnement Canada.

LANGLOIS, C. et H. Sloterdijk (1989). «Contamination du lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent) par certains polluants organiques et inorganiques». *Revue des sciences de l'eau, 2* : 659-679.

LANGLOIS, C. et H. Sloterdijk (1988). *Contamination du lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent) par certains polluants organiques et inorganiques.* Environnement Canada, Direction générale des Eaux intérieures, région du Québec. 33 p.

LAPORTE, P., Y. Lavergne, M. Breton, F. Duchesneau et C. Dubreuil (1990). *Plan d'action Saint-Laurent : Rapport du groupe de travail sur les espèces de faune et flore prioritaires du couloir Saint-Laurent.* 10 p.

LARRY, D. (1980). «Effets du réchauffement de l'eau sur la survie et le comportement de l'écrevisse *Orconectes virilis* (Hagen)». Université du Québec à Trois-Rivières, thèse de maîtrise, 108 p.

LAVOIE, G. (1991). *Plantes vasculaires susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec.* Direction de la conservation et du patrimoine écologique, ministère de l'Environnement du Québec. 47 p. et annexes.

LECLAIR, R. (1985). *Les amphibiens du Québec : biologie des espèces et problématique de conservation des habitats.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. 121 p.

LECLERC, P. (1990). *Caractérisation des communautés ichtyennes de certains secteurs des lacs Saint-François et Saint-Pierre et utilisation pour la caractérisation de l'état de santé des écosystèmes.* Rapport préliminaire présenté au Centre Saint-Laurent, Environnement Canada. 69 p.

LECLERC, P. (1987). «Les Perchaudes *Perca flavescens* du lac Saint-Pierre : biologie des populations et diagnose de l'intensité d'exploitation sportive et commerciale». Université du Québec à Montréal. Mémoire de maîtrise. 100 p.

LEGENDRE, V. et J. Bergeron (1989). «Liste des poissons d'eau douce du Québec». Lettre du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche adressée à Don E. Mc Allister en date du 16 novembre 1989.

LEHOUX, D. et A. Cosset (1991). *Plan d'intervention d'urgence pour les oiseaux lors de déversements d'hydrocarbures.* Version revisée. Service canadien de la faune d'Environnement Canada et la fondation Les Oiseleurs du Québec. 29 p. et annexes.

LEHOUX, D., A. Bourget, M. Darveau, J. Bourgeois, J.-C. Bourgeois (1983). *Abondance, distribution et chronologie de migration des oiseaux aquatiques au lac Saint-Pierre, programme d'acquisition de connaissances sur les terres inondables du lac Saint-Pierre.* Service canadien de la faune et ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 150 p.

LEHOUX, D., A. Bourget, P. Dupuis et J. Rosa (1985). *La sauvagine dans le Saint-Laurent (fleuve, estuaire et golfe).* Service canadien de la faune. 76 p.

LEMAY, A.B., R. MCNICOLL et R. OUELLET (1990). *Incidence de la grenaille de plomb dans les gésiers de canards, d'oies et de bernaches récoltés au Québec.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la gestion des espèces et des habitats. 87 p.

LESAUTEUR, T., J. Martel, G. Varin, R. Daniel, C. Murphy, R. Desaulniers et N. Riberdy (1971). *Un fleuve, un parc. Volume 4 : La flore.* Fédération québécoise de la faune. 92 p.

LETARTE, Y. (1985). «Étude bio-écologique d'une population de *Sphaerium corneum* (Linné, 1758) (*Mollusca : Bivalvia : Sphaeriidae*) du lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent, Québec)». Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Trois-Rivières. 117 p.

LETARTE, Y. et G. Vaillancourt (1988). «Biomasse, production, productivité et reproduction chez une population de *Sphaerium corneum* (Linné) (*Mollusca : Bivalvia : Sphaeriidae*) du lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent, Québec)». *Naturaliste can., 115* : 65-76.

LETARTE, Y. et G. Vaillancourt (1986). «Cycle de développement et distribution de *Sphaerium corneum* (Linné, 1758) (*Mollusca : Bivalvia : Sphaeriidae*) dans le lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent, Québec)». *Naturaliste can., 113* : 201-210.

LÉTOURNEAU, C. (1982). « Influence des facteurs abiotiques sur l'abondance, la croissance et la morphologie du gastéropode prosobranche *Bithynia tentaculata L.* dans le Saint-Laurent (Québec)». Thèse de maîtrise. Université du Québec à Trois-Rivières. 80 p.

LEVASSEUR, H. (1977). *Étude sur le fleuve Saint-Laurent, étude du benthos du fleuve Saint-Laurent.* Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Rapport technique n° 10, 280 p.

LÉVEILLÉ, M. et Y. Mailhot (1989). *Quelques aspects de la biologie et de l'exploitation de l'Esturgeon jaune* Acipenser fulvescens *du fleuve Saint-Laurent en aval de Trois-Rivières.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières. Rapport technique (sous presse).

LÉVESQUE, F., et C. Pomerleau (1986). *Contamination de la chair de certaines espèces de la faune aquatique et amphibienne du lac Saint-Pierre par les biphényles polychlorés, le mirex et le mercure (1983-1984).* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la faune aquatique, Service des espèces d'eau fraîche, Québec. Rapp. tech. 86-01. 105 p.

LONG, G., G. Vaillancourt, B. Vincent, S. Mcmurray, N. Lafontaine et M. Harvey (1979). *Détermination de la nature et de l'évolution des sédiments meubles du fleuve Saint-Laurent, sur le tronçon compris entre le lac Saint-Pierre et Portneuf.* Groupe de recherche sur les écosystèmes aquatiques éd., Université du Québec à Trois-Rivières. 57 p.

LORANGER, S., J.L. Desgranges, M. Lessard (1990). «Développements récents du concept d'intégrité biotique et potentiel d'utilisation pour le suivi des biocénoses du fleuve Saint-Laurent». Communication présentée dans le cadre du *Symposium sur le Saint-Laurent* tenu à Montréal, les 3 et 4 novembre 1989, par l'Association des biologistes du Québec en collaboration avec le Centre Saint-Laurent d' Environnement Canada.

MAILHOT, Y. (1989). «Les pêcheries sportive et commerciale du fleuve Saint-Laurent en eau douce : gestion, récolte et rendement». Communication présentée dans le cadre du *Symposium sur le Saint-Laurent* tenu à Montréal, les 3 et 4 novembre 1989, en collaboration avec le Centre Saint-Laurent d'Environnement Canada.

MAILHOT, Y., F. Axelsen, P. Dumont, H. Fournier, P. Lamoureux, C. Pomerleau et B. Portelance (1987). *Avis scientifique sur le statut de la population de la Perchaude du lac Saint-Pierre.* Avis scientifique 87/3. Comité scientifique conjoint. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. 26 p.

MAILHOT, Y., J. Scrosati, D. Bourbeau, M. Bernard, J.C. Bourgeois, D. Dolan (1984). *Plan de gestion faunique de la ZAC Saint-Pierre.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. Région de Trois-Rivières. 220 p.

MAIRE, A., C. Tessier et L. Picard (1978). «Analyse écologique des populations larvaires de moustiques (Diptera culicidae) des zones riveraines du fleuve Saint-Laurent, Québec». *Naturaliste Can., 105*(4) : 225-241.

MARCOTTE, A. (1981). *L'exploitation des grenouilles au Québec.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Rapport tech. 06-34. 75 p.

MARGALEF, R. (1958). "Information Theory in Ecology". *Gen. Syst., 3* : 36-71.

MARIE-VICTORIN, Frère (1935). *Flore Laurentienne.* Montréal, Frères des écoles chrétiennes. 917 p.

MARQUIS, H., J. Therrien, P. Bérubé et G. Shooner (1990). *Modifications physiques de l'habitat du poisson en amont de Montréal et en aval de Trois-Pistoles de 1945 à 1988 et effets sur les pêches commerciales.* Étude réalisée par Gilles Shooner et Associés pour le compte de Pêches et Océans et d'Environnement Canada. 146 p. + 4 annexes et atlas cartographique.

MASSÉ, G. (1974). *Frayères à poissons d'eau chaude du couloir fluvial, entre Montréal et le lac Saint-Pierre.* Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Montréal. Rapport technique. 20 p.

MASSÉ, G., R. Fortin, P. Dumont et J. Ferraris (1988). *Étude et aménagement de la frayère multispécifique de la rivière aux Pins et dynamique de la population de Grand Brochet,* Esox lucius L., *du fleuve Saint-Laurent, Boucherville, Québec.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Montréal. Rapport technique 06-40. 236 p.

MASSÉ, G. et J.R. Mongeau (1976). *Influence de la navigation maritime sur la répartition géographique et l'abondance relative des poissons du fleuve Saint-Laurent, entre Longueuil et Sorel.* Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Montréal. Rapport technique. 41 p.

MASSÉ, G. et J.R. Mongeau (1974). *Répartition géographique des poissons, leur abondance relative et bathymétrie de la région du lac Saint-Pierre.* Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Montréal. Rapport technique. 59 p.

METCALFE, J.L. et M.N. Charlton (1989). *Freshwater Mussels as Biomonitors for Organic Industrial Contaminants and Pesticides in the St. Lawrence River.* NWRI contribution No. 89-60. 35 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (MENVIQ) (1990). *Critères de qualité de l'eau.* Service d'évaluation des rejets toxiques et Direction de la qualité des cours d'eau, ministère de l'Environnement du Québec. 423 p.

MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE (MLCP) (1988). *Mise en valeur du Saint-Laurent, volet pêche, chasse et piégeage.* Contribution du MLCP, présenté au Groupe de travail de la Commission Dagenais. Document de travail. 44 p.

MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE (MLCP) (1987). *L'importance de la pêche sportive au lac Saint-Pierre en 1986 - Plan de développement de la pêche au lac Saint-Pierre.* 12 p.

MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE (MLCP) (1984). *L'importance de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre pour la faune... et pour nous tous.* Direction régionale de Trois-Rivières, Direction générale de la faune. 22 p.

MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE (MLCP). Non daté. *Plan directeur pour la conservation et la mise en valeur de la région du lac Saint-Pierre.* Direction régionale de Trois-Rivières, Direction générale de la faune. 135 p. + annexes.

MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE, CANARDS ILLIMITÉS CANADA, SARCEL et HABITAT FAUNIQUE CANADA (1989). *Baie-du-Febvre - Nicolet-Sud, Projet d'aménagements faunique et agricole.* 15 p. + 1 carte.

MOMOT, W.T. (1978). «Annual Production and Production Biomass Ratios of the Crayfish *Orconectes virilis* in two Northern Ontario, Canada, Lakes». *Trans. Am. Fish. Sc., 107*(6) : 776-784.

MONGEAU, J.R. (1985). *L'exploitation commerciale des poissons appâts (ménés) dans la région de Montréal.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Montréal. Rapport technique 06-37. 144 p.

MONGEAU, J.R., A. Courtemanche, G. Massé et B. Vincent (1974). *Cartes de répartition géographique des espèces de poissons du sud du Québec, d'après des inventaires ichtyologiques effectués de 1963 à 1972.* Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Montréal. Rapport spécial 06-4. 92 p.

MONGEAU, J.R., P. Dumont, L. Cloutier et A.M. Clément (1987). *Le statut du Suceur cuivré,* Moxostoma hubbsi, *au Canada.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Montréal. Document préparé pour le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada. 19 p.

MONGEAU, J.R., P. Dumont et L. Cloutier (1986). *La biologie du Suceur cuivré,* Moxostoma hubbsi, *une espèce rare et endémique à la région de Montréal, Québec, Canada.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagemenet et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de Montréal. Rapport technique 06-39, 137 p.

MOUSSEAU, P. et M.C. Lagrenade (1980). «Succès de reproduction et contaminants présents chez le Goéland à bec cerclé du sud-ouest du Québec» dans : Service canadien de la faune (Région du Québec)(éd), «Fichier des bioindicateurs de la contamination de la faune du Québec FBCFQ 90», fichier informatisé sur disquettes.

OHIO EPA (1987). *Biological Criteria for the Protection of Aquatic Life: Volume 1. The Role of Biological Data in Water Quality Assessment.* Division of Water Quality Monitoring and Assessment, Surface Water Section. Doc. 0055e/0015e. 44 p.

PAGEAU, G. (1967). «Comportement, alimentation et croissance de l'Achigan à petite bouche *Microptera dolomieus* (Lacepède) dans la plaine de Montréal et dans les Laurentides». Thèse Université de Montréal.

PAGEAU, G. et R. Tanguay (1977). *Frayères, sites propices à la reproduction et sites de concentration des jeunes poissons d'intérêt sportif et commercial dans le fleuve Saint-Laurent.* Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche. Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Rapport technique 3. 454 p.

PAQUIN, D. (1982). *L'exploitation de trois espèces d'anoures dans la région du lac Saint-Pierre (tronçon fluvial entre Sorel et La Pérade).* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de Trois-Rivières. 64 p.

PARENT, R. (1974). *Enquête sur le piégeage du Rat Musqué dans le couloir fluvial entre Montréal et le lac Saint-Pierre.* Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. Rapport tech. 06-3. 62 p.

PATALAS, K. (1972). «Crustacean Plankton and the Eutrophication of St. Lawrence Great Lakes". *J. Fish. Res. Bd. Can., 29* : 1451-1462.

PAUL, M. et D. Laliberté (1989a). *Teneurs en mercure des sédiments et des poissons des rivières l'Assomption, Saint-François, Richelieu, Yamaska et du lac Saint-Pierre en 1986.* Direction de la qualité du milieu aquatique, ministère de l'Environnement du Québec. Rapport n° QE 89-1. 95 p.

PAUL, M. et D. Laliberté (1989b). *Teneurs en BPC, HAP et pesticides organochlorés dans les sédiments et des poissons des rivières l'Assomption, Saint-François, Richelieu, Yamaska et du lac Saint-Pierre en 1986.* Direction de la qualité du milieu aquatique, ministère de l'Environnement du Québec. Rapport n° QE 89-2. 101 p.

PAUL, M. et D. Laliberté (1988). *Teneurs en mercure, plomb, cadmium, BPC et pesticides organochlorés des sédiments et de la chair des poissons du fleuve Saint-Laurent et de la rivière des Outaouais en 1985.* Direction de la Qualité du milieu Aquatique, ministère de l'Environnement du Québec. Rapport n° QEN/QE-86-07. 97 p.

PICARD, J. et M. Norman (1982). *La plaine d'inondation du lac Saint-Pierre : son utilisation par la faune ichtyenne.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières. 26 p.

PILON, C., J. Champagne et P. Chevalier (1981). *Environnement biophysique des îles de Berthier-Sorel.* CREM, Université de Montréal. 203 p. + cartes.

PORTELANCE, B., P. Dumont, P. Lamoureux, Y. Mailhot et C. Pomerleau (1987). *Avis scientifique sur le statut des populations d'écrevisses au lac Saint-Pierre.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec et ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Comité scientifique conjoint. Avis scientifique 87/4.

PROCÉANS (1989). *Les indicateurs d'effets sous-létaux de contaminants aquatiques et les bioindicateurs du Saint-Laurent.* Rapport présenté à Pêches et Océans Canada, Québec. 150 p.

PROVENCHER, M. (1977). *Étude sur le fleuve Saint-Laurent, étude du phytoplancton du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires.* Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Rapport technique n° 9, 270 p.

PROVENCHER, M., P. Gentes, S. Noël, D. Malo, R. Demers, J.P. Gauthier et J.P. Lamoureux (1976). *Étude sur le fleuve Saint-Laurent. Production primaire 1re partie : Étude du périphyton et du phytoplancton de la voie maritime du Saint-Laurent; 2e partie : Production annuelle des macrophytes.* Québec, Service de protection de l'environnement. 100 p.

PROVOST, J. (1987). «L'Alose savoureuse *Alosa sapidissima* (Wilson) du fleuve Saint-Laurent : étude comparative des phénotypes morphologiques et de certains aspects de la biologie de quelques populations». Université du Québec à Montréal. Mémoire de maîtrise. 193 p.

PROVOST, J., L. Verret et P. Dumont (1984). «L'Alose savoureuse au Québec : synthèse des connaissances biologiques et perspectives d'aménagement des habitats». *Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat.* 1793: xi + 114 p.

READER, R.J., et J.M. Stewart (1972). «The Relationship Between Net Primary Production and Accumulation for Peat Land in South Eastern Manitoba». *Ecology, 53* : 1025-1037.

RICKER, W.E. (1980). *Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons.* Bulletin 191F de l'Office de recherches sur les pêcheries du Canada. 409 p.

ROBERT, M. (1989). *Les oiseaux menacés du Québec.* Association québécoise des groupes d'ornithologues et Service canadien de la faune. 109 p.

ROBITAILLE, J.A. et L. Choinière (1989). *Identification des populations de poisson d'intérêt économique en situation précaire dans le réseau Saint-Laurent et choix des espèces requérant une intervention.* I. Fiches descriptives par espèce. Rapport des Consultants Saint-Laurent présenté à Pêches et Océans. 110 p.

ROBITAILLE, J.A. et Y. Mailhot (1989). *Dynamique et statut des populations de poissons du Saint-Laurent: état des connaissances.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Direction de la gestion des espèces et des habitats, Direction régionale de la Mauricie et des Bois-Francs. Rapport technique. 51 p.

ROBITAILLE, J.A., L. Choinière et Y. Vigneault (1991). " Identification des populations d'intérêt économique en situation précaire dans le réseau du Saint-Laurent et sélection des espèces pour des interventions immédiates ". Pêches et Océans Canada. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* no 1810. 24 p.

ROBITAILLE, J.A., Y. Vigneault, G. Shooner, C. Pomerleau et Y. Mailhot (1988). «Modifications physiques de l'habitat du poisson dans le Saint-Laurent de 1945 à 1984 et effets sur les pêches commerciales». *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 1608 : v + 45 p. et atlas cartographique.

ROCHON, R. (1985). *Problems Associated with Dredging Operations on the St. Lawrence, Situation, Methods and Priority Areas for Research.* Environnement Canada, Service de la protection de l'environnement, rapport n° EPS/MA/1, Montréal, 72 p.

ROY, C. (1985). *Effort et succès de la pêche commerciale au verveux au lac Saint-Pierre en 1983.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières. 134 p.

ROY, C. (1984). *Répartition et sélectivité des filets maillants, des lignes dormantes et des seines à la pêche commerciale, dans la région du lac Saint-Pierre, 1983.* GDG Environnement Mauricie Inc. 37 p.

ROY, C. (1984a). *Biologie, abondance et exploitation des écrevisses par les pêcheurs commerciaux du lac Saint-Pierre en 1983.* Corporation municipale de Notre-Dame-de-Pierreville, pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Trois-Rivières. 30 p.

ROY, C. (1984b). *Étude de la contamination de la chair des poissons de la région du lac Saint-Pierre par les biphényles polychlorés et le mirex, 1983.* Corporation municipale de Notre-Dame-de-Pierreville, pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières. 33 p.

ROY, L. (1989). «L'approche ZIP et le Plan d'action Saint-Laurent». Centre Saint-Laurent, Environnement Canada. Document non publié, 4 p.

RYDER, R.A. et S.R. Kerr (1978). «The adult Walleye in Percid Community: a Niche Definition Based on Feeding Behaviour and Food Specificity". *Am. Fish. Soc. Spec. Publ., 11* : 39-51.

SANTÉ ET BIEN-ÊTRE CANADA (1985). «Lignes directrices sur les contaminants chimiques du poisson et des produits du poisson au Canada». *Loi et Règlements des aliments et drogues.* Santé et Bien-être Canada, Ottawa.

SAVIGNAC, R. (1983). *Échantillonnage du zooplancton et du benthos dans la plaine de débordement du lac Saint-Pierre, région Baieville (1983).* G.D.G. Environnement Mauricie Inc. 14 p.

SAVIGNAC, R. (1982). *Étude préliminaire du zooplancton et des graines en suspension dans la plaine de débordement du lac Saint-Pierre.* G.D.G. Environnement Mauricie Inc. 46 p.

SAVIGNAC, R. et R. Couture (1984). *Potentiels d'exploitation des populations d'écrevisses du lac Saint-Pierre (Québec).* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la faune aquatique. 51 p.

SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE (SCF) (1990a). «Fichier des bioindicateurs de la contamination de la faune du Québec FBCFQ 90». Fichier informatisé sur disquettes.

SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE (SCF) (1990b). «Espèces rares et menacées». Transfert de données réalisé par la Société canadienne pour la conservation de la nature (SCCN) et le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ).

SLOTERDIJK, H. (1988). *Use of Young-of-the-year Fish as Bioindicators of Toxic Chemicals to Complement the Water Quality Network in the St. Lawrence River, Québec Province.* Direction générale des eaux intérieures, Région du Québec, Environnement Canada. 70 p.

SLOTERDIJK, H. (1977). *Accumulation des métaux lourds et des composés organo-chlorés dans la chair des poissons du fleuve Saint-Laurent.* Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche du Québec, Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Rapport technique n° 7, 181 p.

SMITH, D.G. (1981). «Life History Parameters of the Crayfish *Orconectes limosus* (Raj.) in Southern New England». *Ohio J. Sci., 81* : 169-172.

SOLÉCO INC. (1983). *Analyse et interprétation d'échantillons de benthos et de zoo-plancton récoltés dans divers habitats de la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre.* Rapport d'étude pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. N/Réf. 038756, 81 p.

SWINGLE, H.S. (1950). «Relationships and Dynamics of Balanced and Unbalanced Fish Populations». *Auburn Univ. Agric. Exper. Sta. Bull.* 274, Auburn, Ala. 74 p.

SWISS, J. J. *et al.* (1982). *Limites de substances réglementées par l'annexe 1 de la* Loi sur l'immersion en mer *: aperçu général.* Pêches et Océans, Immersion en mer. Rapport n° 3F.

TALBOT, J. (1985). *Synthèse des connaissances actuelles sur les populations d'écre-visses du lac Saint-Pierre et propositions sur la mise en valeur de leur exploita-tion commerciale.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune, Service des espèces d'eau fraîche. 13 p.

TANE, J.P. (1981). *Note succincte sur les écrevisses.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 7 p.

TESSIER, C. (1983). *Étude des populations de poissons de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre (Québec).* Université du Québec à Trois-Rivières et Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 38 p. + annexes.

TESSIER, C. (1979). «Analyse écologique de la végétation et des populations larvaires de moustiques (*Diptera culicidae*) dans les zones riveraines de l'archipel des Cent Îles (Québec). Thèse de doctorat, Université scientifique et médicale de Grenoble. 103 p.

TESSIER, C., A. Aubin et D. Chenevrier (1984). "Les facteurs élévation et distance dans la structure et la productivité d'une communauté riveraine de macrophytes". *Can. J. Bot., 62* : 2260-2266.

TESSIER, C. et P. Caron (1981). *Cartographie écologique de la végétation de la rive nord du lac Saint-Pierre.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche Trois-Rivières. 24 p. + 3 annexes.

TESSIER, C., A. Maire et A. Aubin (1981). «Étude de la végétation des zones riveraines de l'archipel des Cent Îles du fleuve Saint-Laurent (Québec)». *Can. J. Bot., 59* : 1526-1536.

THERRIEN, J., H. Marquis, G. Shooner et P. Bérubé (1990). *Caractérisation des habitats recherchés pour la fraie des principales espèces de poisson du fleuve Saint-Laurent (Cornwall à Montmagny).* Étude réalisée par Gilles Shooner et Associés pour le compte de Pêches et Océans et d'Environnement Canada. 16 p. et atlas cartographique.

TOUSIGNANT, L. (1976). «Écologie du zooplancton dans le fleuve Saint-Laurent». Thèse de maîtrise en Sciences de l'environnement. Université du Québec à Montréal. 53 p.

VAILLANCOURT, G., B. Vincent et R. Magny (1983). «Habitats et cycle de développement d'*Amnicola limosa* (Say) (*Mollusca, Gastropoda, Prosobranchia*) du Saint-Laurent, Québec». *Pol. Arch. Hydrobiol., 30*(1) : 35-44.

VALLIÈRES, L. et R. Fortin (1988). *Le Grand Brochet au Québec : biologie et gestion.* Université du Québec à Montréal. Rapport présenté au ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 234 p.

VERRET, L. et R. Savignac (1985). «L'habitat du poisson dans la plaine d'inondation de la rive sud du lac Saint-Pierre». Ministère des Pêches et Océans du Canada, Direction de la recherche sur les pêches. *Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat.* 1853 : 60 p.

VINCENT, B. (1984). *Étude écoiogique de la faune macrobiotique d'eau douce dans le Saint-Laurent (Québec).*

VINCENT, B. (1983). «Variations spatiales et saisonnières de la structure de groupements macrobenthiques littoraux en climat froid». *Hydrobiologia, 102* : 175-186.

VINCENT, B. (1979). «Étude du benthos d'eau douce dans le haut-estuaire du Saint-Laurent (Québec)». *Can. J. Zool., 57* : 2171-2182.

VINCENT, B., N. Lafontaine et P. Caron (1982). «Facteurs influençant la structure des groupements de macro-invertébrés benthiques et phytophiles dans la zone littorale du Saint-Laurent (Québec)». *Hydrobiologia, 97* : 63-73.

VINCENT, B. et G. Vaillancourt (1981). «Méthode de détermination de l'âge, longévité et croissance annuelle de *Bithynia tentaculata* L. (*Gastropoda, Prosobranchia*) dans le Saint-Laurent (Québec)». *Can. J. Zool., 59*(6) : 982-985.

VINCENT, B. et G. Vaillancourt (1980). «Les sangsues (*Annelida : Hirudinea*) benthiques du Saint-Laurent (Québec)». *Naturaliste Can., 107* : 21-33.

VINCENT, B., G. Vaillancourt et N. Lafontaine (1981). «Cycle de développement, croissance et production de *Pisidium amnicum* (*Mollusca : Bivalvia*) dans le Saint-Laurent (Québec)». *Can. J. Zool., 59* : 2350-2359.

VINCENT, B., G. Vaillancourt, M. Harvey et N. Lafontaine (1983). «Variations spatio-temporelles de la faune macrobenthique dans le Saint-Laurent (Québec)». *Arch. Hydrobiol., 98* : 181-197.

WETZEL, R.G. (1975). *Limnology*. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 743 p.

WHIGHAM, D.F. et R. L. Simpsons (1975). *Ecological Studies of the Hamilton Marshes Progress Report for the Period June 1974 - January 1975* Rider College, Biology Departement, Lawrenceville, NJ.

ZMYSLONY, J. (1980). *Distribution et développement des populations de gastéropodes benthiques du fleuve Saint-Laurent en fonction des sédiments et de la qualité de l'eau*. Université du Québec à Montréal. 58 p.

ANNEXES

Annexe 1 *Groupements végétaux dominants et sous-dominants par catégorie de terres humides et autres milieux du lac Saint-Pierre*

Dominants	Sous-dominants	Surface	Remarque
Herbier aquatique[b]: 6216 ha			
1- *Vallisneria americana*[c]	*Heteranthera dubia*	1163,8 ha[c] (Pointe Lussaudière Longue Pointe)	Îles de Berthier-Sorel Aval de Sorel Dominant l'archipel des Cent Îles[c]
2- *Nymphaea tuberosa*	*Nuphar variegata* *Nymphaea odorata* *Nuphar rubrodisca*	232,4 ha	
3- Algues filamenteuses		30,1 ha	Eau calme
4- *Lemna minor* et *Spirodella polyrhiza*		30,7 ha	Eau calme
5- *Nymphaea odorata*	*N. tuberosa*	15,1 ha	
6- *Nupar ruphodisca*		20,0 ha	
7- *N. variegata*		4,6 ha	
8- *Myriophyllum spicatum*[c]	*Lemna minor* *Spirodela polyrhiza* *Nuphar variegatum* *Heteranthera dubia* *V. americana* *Elodea canadensis*		90% de la végétation y est submergée endroits protégés des îles à l'ouest avec une profondeur d'eau supérieure à 1 m.
9- *Elodea canadensis*[c]	*Vallisneria americana* *Myriophyllum spicatum* *Potamogeton richardsonii* *P. pectinalis* *Alisma gramineum* *Lemna minor* *Ceratophyllum demersum* *Sagittaria latifolia*		Aquatique submergé parfois en colonies pures, Moitié est de l'archipel (baies et endroits protégés des vagues et courant), pourtour des îles, chenaux secondaires

Annexe 1 *(suite)*

Dominants	Sous-dominants	Surface	Remarque
10- *Heteranthera dubia*[a]	*M. spicatum* , *V. americana* *P. Richarsonii* *E. canadensis* *Scirpus lacustris*		Peu observé flore submergée dans les baies, pourtour des îles en aval de l'archipel Berthier-Sorel profondeur d'eau supérieur à 1 m, courant très faible ou moyen
11- *Potamogeton zosteriformis*[a]	*P. pectinatus*		Entre les îles Mitoyenne, aux Sables et Plate seulement
Marais : 8361,1 ha (13,8 %) **Marais profond : 5448,7 ha (9 %)**			
1- *Scirpus acutus*	*Vallisneria americana* *Heteranthera dubia* *Myriophyllum spicatum* *Elodea canadensis*	1319,5 ha	Ceinture les 2 rives, partie est des îles Berthier-Sorel vers le centre du lac
	Nymphaea tuberosa		Plus près de la rive
	Typha angustifolia *T. latifolia* *S. fluviatilis* *Zizania palustris* *S. americanus* *S. validus*		Eau profonde
2- *Scirpus americanus*		881,8 ha	Partout sur le lac, surtout sur la rive sud, et autour des îlets à l'embouchure de la Baie Saint-François
3- *Scirpus fluviatilis*	*Typha angustifolia*	785,2 ha	Rive nord du lac, îles Berthier-Sorel
4- *Typha angustifolia*		711 ha	
5- *Sagittaria latifolia*	*Zizania palustris* *S. acutus, S. fluviatilis*	510,3 ha	Milieux abrités, limite des basses eaux[c], ceinture toutes les îles de Berthier-Sorel souvent un marais monospécifique; dans les baies protégées
6- *Sagittaria rigida*		329,7 ha	Ceinture les îles Berthier-Sorel Ceinture plus profonde, souvent un marais monospécifique.
7- *Sparganium eurycarpum*		191,5 ha	Limite supérieure du marais[c]
8- *Zizania palustris*		146,4 ha	

Annexe 1 *(suite)*

Dominants	Sous-dominants	Surface	Remarque
9- *Pontederia cordata*		106,9 ha	
10- *Typha latifolia*		106,7 ha	
11- *Eleocharis smallii*	*Scirpus acutus* ou *S.americanus*	99,3 ha	Secteurs rive sud : Défense nationale, Lussaudière, Longue-Pointe, baie St-François, rive nord : baie de Maskinongé, Louiseville, Yamachiche, Louiseville (secteur 5)
12- *Scirpus heterochaetus*	*S. fluviatilis* *S. americanus*	69,8 ha	
13- *Scirpus validus*	Même que *S. acutus* (avec plus de plantes à feuilles flottantes et d'espèces de marais peu profonds)	41,4 ha	Embouchure de la rivière Saint-François au bout de l'île Grande Commune
14- *Sparganium americanum* et *S. angustifolium*		28,3 ha	Centre de la baie Saint-François
Marais peu profond : 2912,4 ha			
1- *Scirpus fluviatilis*	*Sagittaria latifolia* *Rorippa amphibia*	810,8 ha	
2- *Sparganium eurycarpum*	*Sagittaria latifolia* *Rorippa amphibia*	722,5 ha	
3- *Typha angustifolia*	*Sagittaria latifolia* *Rorippa amphibia*	383,6 ha	
4- *T. latifolia*	*Sagittaria latifolia* *Rorippa amphibia*	248,1 ha	
5- *Eleocharis smallii*	*Equiserum fluviatile* *Scirpus fluviatilis* *Eleocharis palustris* *Potentilla palustris* et *Equiserum palustre*	243,1 ha	
6- *Potentilla palustris*	*Scirpus fluviatilis* *Eleocharis spp.* *Zizania palustris*	106,2 ha	Grands groupements en tapis très dense baie Maskinongé et baie Saint-François

Annexe 1 *(suite)*

Dominants	Sous-dominants	Surface	Remarque
7- *Scirpus americanus*	*Spartina pectinata*	50,9 ha	Louiseville et Yamachiche
8- *Zizania aquatica*		40,1 ha	Baies Maskinongé et Saint-François
9- *Pontederia cordata*		24,4 ha	
Prairie humide : 4796,5 ha (9,6 %)			
1- *Phalaris arundinacea*	Sous-dominantes nombreuses dont *C. canadensis*	2307,6	Dominante caractéristique de la zone riveraine de l'ensemble du système fluvial (Jacques et Hamel, 1982) Défense nationale
2- *Calamagrostis canadensis*	Sous-dominantes nombreuses dont *P. arundinacea*	846,7	Baie Lavallière plus grande Îles de Sorel
3- *Spartina pectinata*	*Scirpus americanus* *S. fluviatilis* *Sparganium eurycarpum* *Lythrum salicaria* *C. canadensis* *Leersia oryzoides* *P. arundinacea*	486,2 ha	
4- *Glyceria grandis*		152,3 ha	Îles de la Girodeau, baie de Maskinongé, Louiseville, baie Lavallière[4]
5- *Leersia orynzoides*	*Phalaris* surtout	124,9 ha	Îles de Berthier-Sorel surtout, dans les îles de la Girodeau
6- *Phragmites grandis*		61,8 ha	Peu fréquent, baie Lavallière, îles au Sternes
7- *Scirpus pedicellatus*	Espèce de marais peu profonds	64,5 ha	Position intermédiaire entre marais et prairie humide dominant l'archipel des Cent Îles[4] Secteurs îles de Berthier, baie Lavallière et Défense nationale
Prairie humide broutée : 525,7 ha			
Lythrum salicaria		306 ha	
Aster simplex		9,5 ha	
Eupatorium maculatum		20,5 ha	
Polygonum spp		73,2 ha	

Annexe 1 *(suite)*

Dominants	Sous-dominants	Surface	Remarque
Marécage : 8395,9 ha (13,9 %)			
Marécage arbustif : 2282,3 ha			
1- *Salix petiolaris*	TRÈS HUMIDE :	460,0 ha	
	sous-strate		
	plantes émergentes		
	des marais		
	Sparganium eurycarpum		
	Scirpus fluviatilis	440,9 ha	
	Equisetum fluviatilis		
	MOINS HUMIDE : OUVERT		
	Phalaris arundinacea		
	Spartina pectinata		
	Leersia oryzoide		
	Calamagrostis canadensis		
	Lythrum salicaria		
	MOINS HUMIDE : FERMÉ		
	Salix x rubens		Marécages plus avancés
	S. eriocephala		
	Populus deltoides		
	Acer saccharinum		
	Fraxinus pennsylvanica		
	Spirea latifolia		
3- *Alnus rugosa*	FERMÉ :	235,7 ha	Territoire de la Défense nationale La baie Lavallière[4], baie de la Commune La Grande Mare
	Salix nigra		
	Populus tremuloides		
	Fraxinus pennsylvanica		
4- *Salix eriocephala*	Comme les marécages à *Salix*	233,7 ha	
5- *Acer saccharinum*		164,1 ha	
6- *Cornus stolonifera*		78,1 ha	
7- *Cephalantus occidentalis*		56,5 ha	Île Dupas, île aux Ours Écotone entre la prairie humide et marécage arboré à érable argenté
8- *Sambucus canadensis*		54,6 ha	
9- *Myrica gale*		48,6 ha	Ceinturant avec les saules arbustifs la rive nord et dans les îles

Annexe 1 *(suite)*

Dominants	Sous-dominants	Surface	Remarque
10- *Fraxinus pennsylvanica*		47,4 ha	Île Dupas
11- *Myrica gale & Spirea latifolia*		21,1 ha	Défense nationale
12- *Acer rubrum*	*Acer saccharinum* *Cornus stolonifera* *Alnus rugosa*	6,0 ha	
13- *Salix amygdaloides*		4,0 ha	Mare des Joncs Bleus (Île de Grâce) Rive sud-ouest de la Grande Île (Îles de Girodeau) Défense nationale (Longue-Pointe)
Marécage arboré: 5940,1 (9,8 %)			
1- Érablière argentée (*Acer saccharinum*)	Surtout *Onoclea sensibilis*	4363,6 ha	Marécage caractéristique de la plaine inondable du fleuve
Érablière argentée (*Acer saccharinum*)	*Fraxinus pennsylvanica* *Ulmus americana*		Où l'érable est coupé Dominant archipel des Cent Îles*
Érablière argentée (*Acer saccharinum*)	*Juglans cinerea*		Baie de Maskinongé, ouest de l'aire de repos sur l'autoroute 40
Érablière argentée (*Acer saccharinum*)	*Cephalanthus occidentalis* *Cornus stolonifera* *Ilex verticilla* *Sambucus canadensis*		MILIEU OUVERT
Dominantes de la strate herbacée	*Rorippa amphibia* *Onoclea sensibilis* *Laportea canadensis* *Matteucia struthiopteris*		Humidité du substrat diminue
OUVERTURES	*Impatiens capensis* *Phalaris arundinacea*		Coupes sur les îles
	Laportea canadensis		Partout sur le territoire Sous strate monospécifique Sous le couvert *A. Saccharinum* Baie Saint-François, île à l'Aigle
2- *Fraxinus pennsylvanica*		435,5 ha	Où on a coupé l'érable argenté Île Dupas (intervention humaine)

Annexe 1 *(suite)*

Dominants	Sous-dominants	Surface	Remarque
3- *Salix nigra*	Émergentes de marais graminées de prairie humide	281,0 ha	Ceinture l'érablière argenté, partie la plus humide
4- *Acer rubrum*	*Acer saccharinum* *Alnus rugosa* *Onoclea sensibilis* *Laportea canadensis*	134,0 ha	- Absent dans les îles (sauf île Ducharme) - rive sud du lac (Défense nationale) (remplace érable argenté, le drainage y est meilleur)
5- *Salix eriocephala*		102,2 ha	Rive nord du lac
6- *Salix x rubens*		61,8 ha	Rive nord du lac
7- *Salix myricoides*			Secteur de Longue-Pointe (espèce rare)
AUTRES MILIEUX: 32 603 (53,8 %)			
Forêt terrestre		3159,5 ha	Absent de la rive nord du lac (île Saint-Ignace[a])
Acer rubrum			Boisés
Acer saccharum			Partie sud
Populus tremuloïdes			
P. grandidentata			
Betula papyrifera			
B. populifolia			
Abies balsamea			
Pinus strobus		64,2 ha	Sites xériques
P. resinosa		10,3 ha	Île Saint-Ignace, Port Saint-François et Défense nationale
Arbustaie terrestre		523,4 ha	
Herbaçaie terrestre		872,7 ha	
Terre agricole (35,5 %)		21 502,1 ha	

Source : Jacques, 1986.

Remarque. - La superficie en eau libre n'a pas été cartographiée; l'herbier aquatique pourrait s'étendre jusqu'à la voie maritime.

[a] Gratton, 1983.
[b] Jacques, 1986. Seulement 24 p. 100 des herbiers aquatiques ont été identifiés à cause de la période tardive des relevés.
[c] Tessier *et al.*, 1981.
[d] Couillard et Grondin, 1986.
[e] Pilon *et al.*, 1981.

Annexe 2 *Genres dominants de phytoplancton au lac Saint-Pierre en juin et août 1976*

Station	Juin 1976	Août 1976
Rive sud		
Station 219.3	*Diatoma* *Melosira* *Oscillatoria* *Cryptophycea*	*Diatoma* *Melosira*
Station 225.6	*Diatoma* *Melosira* *Oscillatoria*	*Melosira* *Diatoma*
Station 228.3 (Longue-Pointe)	*Diatoma* *Stephanodiscus* *Oscillatoria*	*Diatoma* *Stephanodiscus*
Station 228.8	*Melosira* *Diatoma*	*Melosira* *Diatoma*
Rivière Richelieu	*Fragillaria* *Tabellaria* *Stephanodiscus* *Asterionella* *Diatoma*	*Melosira* *Cryptophycea* *Cyclotella*
Rivière Yamaska	*Melosira* *Scenedesmus* *Fragilaria*	*Cyclotella* *Actinastrum*
Rivière Saint-François	*Synedra* *Diatoma* *Fragilaria*	*Synedra* *Melosira-Fragillaria* *Diatoma*
Rivière Nicolet	*Cyclotella* *Nitzschia*	*Melosira* *Navicula* *Nitzschia*
Rive nord		
Station 232.0 (Pointe-du-lac)	*Melosira*	*Melosira*
Rivière Bayonne	*Chlamydomonas*	*Lepocinclis* *Euchlorophycea*
Rivière Maskinongé	*Synedra* *Tabellaria* *Navicula*	*Navicula* *Melosira* *Tabellaria*
Rivière du Loup	*Synedra* *Ceratoneis*	*Navicula* *Melosira* *Surirella* *Synedra*
Rivière Yamachiche	*Nitzschia* *Synedra* *Navicula*	*Navicula* *Nitzschia*

Annexe 3 Les oiseaux de la région du lac Saint-Pierre

Famille et espèces		Nidification						
		Nicheur sédentaire	Nicheur migrateur	Nicheur résident	Migrateur	Visiteur	Présence	Statut
GRAVIIDAE								
Huard à gorge rousse	*Gavia stellata*				I			
Huard à collier	*Gavia immer*		O		C			
PODICIPEDIDAE								
Grèbe à bec bigarré	*Podilymbus podiceps*		F					
Grèbe cornu	*Padiceps auritus*				O			V
Grèbe jougris	*Podiceps grisegena*				F(A) I(P)			
HYDROBATIDAE								
Pétrel cul-blanc	*Oceanodroma leucorhoa*							
SULIDAE								
Fou de Bassan	*Sula bassanus*					E		
PELICANIDAE								
Pélican blanc d'Amérique	*Pelecanus erythrorhynchos*					E		
PHALACROCORACIDAE								
Cormoran à aigrettes	*Phalacrocorax auritus*		I		C (A)			
FREGATIDAE								
Frégate superbe	*Fregata magnificiens*					E		
ARDEIDAE								
Petit butor	*Ixobrychus exilis*		I					V
Butor d'Amérique	*Botaurus lentiginosus*		F					
Grand héron	*Ardea herodias*		C					
Grande aigrette	*Casmerodius albus*					E		
Aigrette neigeuse	*Egretta thula*					E		
Aigrette bleue	*Egretta caerula*					E		
Aigrette tricolore	*Egretta tricolor*					E		
Héron garde-boeufs	*Bubulcus ibis*					E		
Héron vert	*Butorides striatus*		O		F (A)			
Bihoreau à couronne noire	*Nycticorax nycticorax*		O		F (A)			
Bihoreau violacé	*Nycticorax violaceus*						E	
THRESKIORNITIDAE								
Ibis blanc	*Eudocimus albus*						E	
Ibis falcinelle	*Plegadis falcinellus*					E		

Annexe 3 (suite)

Famille et espèces		Nidification						
		Nicheur sédentaire	Nicheur migrateur	Nicheur résident	Migrateur	Visiteur	Présence	Statut
ANATIDAE								
Dendrocygne fauve	*Dendrocygna bicolor*						E	
Dendrocygne à ventre noir	*Dendrocygna autumnalis*						E	
Cygne siffleur	*Cygnus columbianus*				E			
Oie rieuse	*Anser albifrons*				E			
Oie des neiges	*Chen caerulescens*				C(P)F(A)			
Bernache cravant	*Branta bernicla*				I			
Bernache nonette	*Branta leucopsis*						E	
Bernache du Canada	*Branta canadensis*		I		C(P)			
Canard branchu	*Aix sponsa*		O		F(A)			
Sarcelle à ailes vertes	*Anaserecca carolinensis*		O		C			
Canard noir	*Anas rubripes*		O		C			
Canard colvert	*Anas platyrhynchos*				C			
Canard pilet	*Anas acuta*				C			
Sarcelle à ailes bleues	*Anas discors*		F		C			
Sarcelle canelle	*Anas cyanoptera*						E	
Canard souchet	*Anas clypeata*		F		C			
Canard chipeau	*Anas strepera*		F		C			
Canard siffleur d'Europe	*Anas penelope*				E			
Canard siffleur d'Amérique	*Anas americana*		F		C			
Morillon à dos blanc	*Aythya valisineria*				F(A)I(P)			
Morillon à tête rouge	*Aythya americana*		I		F(P)			
Morillon à collier	*Aythya collaris*				C			
Grand Morillon	*Aythya marila*				C(A)F(P)			
Petit Morillon	*Aythya affinis*		I		C			
Eider à duvet	*Somateria mollissima*					E		
Canard kakawi	*Clangula hyemalis*				F(A)			
Macreuse à bec jaune	*Melanitta nigra*				F(A)E(P)			
Macreuse à front blanc	*Melanitta perspicillata*				O(A)I(P)			
Macreuse à ailes blanches	*Melanitta fusca*				F(A)I(P)			
Garrot à oeil d'or	*Bucephala clangula*		O		C			
Garrot de Barrow	*Bucephala islandica*				E			
Petit Garrot	*Bucephala albeola*				F(P)O(A)			
Bec-scie couronné	*Lophodytes cucullatus*		I		C(P)			
Grand Bec-scie	*Mergus merganser*		I		F			
Bec-scie à poitrine rousse	*Mergus serrator*				O(A)			
Canard roux	*Oxyura jamai censis*		I		I(A)			
CATHARTIDAE								
Urubu noir	*Coragyps atratus*						E	
Urubu à tête rouge	*Cathartes aura*					E		

Annexe 3 (suite)

Famille et espèces		Nidification						
		Nicheur sédentaire	Nicheur migrateur	Nicheur résident	Migrateur	Visiteur	Présence	Statut
ACCIPRITIDAE								
Balbuzard	*Pandion haliaetus*		I		C(P)			
Pygargue à tête blanche	*Haliaestus leucocephalus*				E			M
Busard Saint-Martin	*Circus cyaneus*		C					
Epervier brun	*Accipiter striatus*		I		F(P)			
Epervier de Cooper	*Accipiter cooperii*				I			V
Autour des palombes	*Accipiter gentilis*			I				
Buse à épaulettes	*Buteo lineatus*		O					
Petite buse	*Buteo platypterus*		O					
Buse à queue rousse	*Buteo jamaicensis*		O		F(P)			
Buse pattue	*Buteo lagopus*				C			
Aigle royal	*Aquila chrysaetos*				E			V
FALCONIDAE								
Crécerelle d'Amérique	*Falco sparverius*			C				
Faucon émerillon	*Falco columbarius*		I		O			
Faucon pèlerin	*Falco peregrinus*		I		O			V
Faucon gerfaut	*Falco rusticolus*					E		
PHASIANIDAE								
Perdrix grise	*Perdrix perdix*	O						
Tétras du Canada	*Dendragapus canadensis*	E						
Gélinotte huppée	*Bonasa umbellus*	O						
RALLIDAE								
Râle jaune	*Coturnicops noveboracensis*		I					V
Râle de Virginie	*Rallus limicola*		O					
Râle de Caroline	*Porzana carolina*		F					
Poule d'eau	*Gallinula chloropus*		C					
Foulque d'Amérique	*Fulica americana*		I		O			
GRUIDAE								
Grue du Canada	*Grus canadensis*				E			
CHARADRIIDAE								
Pluvier argenté	*Pluvialis squatarola*				O(P)C(A)			
Pluvier doré d'Amérique	*Pluvialis dominica*				E(P)O(A)			
Pluvier semipalmé	*Charadrius semipalmatus*				O(P)C(A)			
Pluvier siffleur	*Charadrius melodus*				E			
Pluvier kildir	*Charadrius vociferus*		C					
SCOLOPACIDAE								
Grand Chevalier	*Tringa melanoleuca*				F(P)C(A)			
Petit Chevalier	*Tringa flavipes*				F(P)C(A)			

Annexe 3 (suite)

Famille et espèces		Nidification						
		Nicheur sédentaire	Nicheur migrateur	Nicheur résident	Migrateur	Visiteur	Présence	Statut
SCOLOPACIDAE (suite)								
Chevalier solitaire	*Tringa solitaria*				O			
Chevalier semipalmé	*Catoptrophorus semipalmatus*					E		
Chevalier branlequeue	*Actitis macularia*		C					
Maubèche des champs	*Bartramia longicauda*		O					
Courlis corlieu	*Numenius phaeopus*				E			
Barge à queue noire	*Limosa limosa*						E	
Barge hudsonienne	*Limosa haemastica*				E(P)I(A)			
Barge marbrée	*Limosa fedoa*					E		
Tournepierre à collier	*Arenaria interpres*				I(P)F(A)			
Bécasseau maubèche	*Calidris canutus*				O(A)			
Bécasseau sanderling	*Calidris alba*				I(P)C(A)			
Bécasseau semipalmé	*Calidris pusilla*				O(P)C(A)			
Bécasseau d'Alaska	*Calidris mauri*						E	
Bécasseau minuscule	*Calidris minutilla*				F(P)C(A)			
Bécasseau à croupion blanc	*Calidris fuscicollis*				I(P)C(A)			
Bécasseau de Baird	*Calidris bairdii*				E(P)O(A)			
Bécasseau poitrine cendrée	*Calidris melanotos*				I(P)F(A)			
Bécasseau violet	*Calidris maritima*				E			
Bécasseau variable	*Calidris alpina*				F(P)O(A)			
Bécasseau cocorli	*Calidris ferruginea*						E	
Bécasseau à échasses	*Calidris himantopus*				I(A)			
Bécasseau roussâtre	*Tryngites subruficollis*				E(A)			
Chevalier combattant	*Philomachus pugnax*					E		
Bécasseau roux	*Limnodromus griseus*				O			
Bécasseau à long bec	*Limnodromus scolopaceus*				E			
Bécassine des marais	*Gallinago gallinago*		C					
Bécasse d'Amérique	*Scolopax minor*		O					
Phalarope de Wilson	*Phalaropus tricolor*		O					
Phalarope hyperboréen	*Phalaropus lobatus*				E(P)I(A)			
Phalarope roux	*Phalaropus fulicaria*				E(A)			
LARIDAE								
Labbe parasite	*Stercorarius parasiticus*					E		
Grand Labbe	*Catharacta skua*						E	
Mouette à tête noire	*Larus atricilla*					E		
Mouette de Franklin	*Larus pipixcan*					E		
Mouette pygmée	*Larus minutus*					E		
Mouette de Bonaparte	*Larus philadelphia*				I(P)F(A)			
Goéland à bec cerclé	*Larus delawarensis*		C					
Goéland argenté	*Larus argentatus*		F		C(A)			
Goéland arctique	*Larus glancoïdes*					O		
Goéland bourgemestre	*Larus hyperporeus*					O		
Goéland à manteau noir	*Larus marinus*		F		C(A)			
Mouette tridactyle	*Rissa tridactyla*					E		

Annexe 3 (suite)

Famille et espèces		Nidification						
		Nicheur sédentaire	Nicheur migrateur	Nicheur résident	Migrateur	Visiteur	Présence	Statut
LARIDAE (suite)								
Mouette de Sabine	*Xema sabini*				E			
Sterne caspienne	*Sterna caspia*					E		D
Sterne pierregarin	*Sterna hirundo*		F					
Sterne arctique	*Sterna paradisaea*				E			
Sterne de Forster	*Sterna forsteri*					E		
Guifette noire	*Chlidonias niger*		C					
Bec-en-ciseaux noir	*Rynchops niger*						E	
ALCIDAE								
Guillemot à miroir	*Cepphus grylle*					E		
Macareux moine	*Fratercula arctica*							E
COLUMBIDAE								
Pigeon biset	*Columba livia*	C						
Tourterelle triste	*Zenaida macroura*		F					
CUCULIDAE								
Coulicou à bec noir	*Coccyzus erytropthalmus*		O					
Coulicou à bec jaune	*Coccyzus americanus*		E					
TYTONIDAE								
Effrain des clochers	*Tyto alba*					E		
STRIGIDAE								
Petit-Duc maculé	*Otus asio*	E						
Grand-Duc d'Amérique	*Bubo virginianus*			I				
Harfang des neiges	*Nyctea scandiaca*					F		
Chouette épervière	*Surnia ulula*					E		
STRIGIDAE (suite)								
Chouette rayée	*Strix varia*		I					
Chouette lapone	*Strix nebulesa*						E	
Hibou moyen-duc	*Asio otus*		E					
Hibou des marais	*Asio flammeus*		F					
Petite nyctale	*Aegolius acadicus*			E				
CAPRIMULGIDAE								
Engoulevent d'Amérique	*Chordeiles minor*		O					
Engoulevent bois-pourri	*Caprimulgus vociferus*		E					
APODIDAE								
Martinet ramoneur	*Chaetura pelagica*		C					
TROCHILIDAE								
Colibri à gorge rubis	*Archilochus colubris*		F					

Annexe 3 (suite)

Famille et espèces		Nidification						
		Nicheur sédentaire	Nicheur migrateur	Nicheur résident	Migrateur	Visiteur	Présence	Statut
ALCEDINIDAE								
Martin-pêcheur d'Amérique	*Cecyle alcyon*		C					
PICIDAE								
Pic à tête rouge	*Melanerpes erythrocephalus*		E					V
Pic maculé	*Sphyrapicus varius*		F					
Pic mineur	*Picoides pubescens*			F				
Pic chevelu	*Picoides villosus*			F				
Pic tridactyle	*Picoides tridactylus*					E(H)		
Pic à dos noir	*Picoides arctitus*					E(H)		
Pic flamboyant	*Colaptes auratus*		C					
Grand Pic	*Dryocopus pileatus*	I						
TYRANNIDAE								
Moucherolle à côtés olive	*Contopus borealis*		E					
Pioui de l'Est	*Contopus virens*		C					
Moucherolle à ventre jaune	*Empidonax flaviventris*		E					
Moucherolle des aulnes	*Empidonax alnorum*		F					
Moucherolle des saules	*Empidonax traillii*		E					
Moucherolle tchébec	*Empidonax minimus*		C					
Moucherolle phébi	*Sayornis phoebe*		O					
Tyran huppé	*Myiarchus crinitus*		F					
Tyran tritri	*Tyrannus tyrannus*		C					
ALAUDIDAE								
Alouette comue	*Eremophila alpestris*			O	C(P)			
HIRUNDINIDAE								
Hirondelle noire	*Progne subis*		C					
Hirondelle bicolore	*Tachycineta bicolor*		C					
Hirondelle à ailes hérissées	*Stelgidopteryx serripennis*		I					
Hirondelle de rivage	*Riparia riparia*		C					
Hirondelle à front blanc	*Hirrundo pyrrhonota*		O					
Hirondelle des granges	*Hirundo rustica*		C					
CORVIDAE								
Geai du Canada	*Perisoreus canadensis*					E(H)		
Geai bleu	*Cyanocitta cristata*			C				
Corneille d'Amérique	*Corvus brachyrhynchos*			C				
Grand Corbeau	*Corvus corax*	E						
PARIDAE								
Mésange à tête noire	*Parus atricapillus*			C				
Mésange à tête brune	*Parus hudsonicus*					E(H)		

Annexe 3 (suite)

Famille et espèces		Nidification						
		Nicheur sédentaire	Nicheur migrateur	Nicheur résident	Migrateur	Visiteur	Présence	Statut
SITTIDAE								
Sittelle à poitrine rousse	*Sitta canadensis*			F				
Sittelle à poitrine blanche	*Sitta carolinensis*			C				
CERTHIIDAE								
Grimpereau brun	*Certhia americana*			O	F(P)			
TROGLODYTIDAE								
Troglodyte de Caroline	*Thryothorus ludovicianus*		E					
Troglodyte familier	*Troglodytes aedon*		O					
Troglodyte des forêts	*Troglodytes troglodytes*		F					
Troglodyte à bec court	*Cistothorus platensis*		O					
Troglodyte des marais	*Cistothorus palustris*		C					V
MUSCICAPIDAE								
Roitelet à couronne dorée	*Regulus satrapa*							
Roitelet à couronne rubis	*Regulus calendula*			O				
Gobe-moucheron gris-bleu	*Polioptila caerulea*		C					
Traquet motteux	*Oenanthe oenanthe*		E					
Merle-bleu de l'est	*Sialia sialis*				E			
Grive fauve	*Catharus fuscencens*		I					
Grive à joues grises	*Catharus minimus*		C					
Grive à dos olive	*Catharus ustulatus*				E			
Grive solitaire	*Catharus guttatus*		O					
Grive des bois	*Hylocichla mustelina*		F					
Merle d'Amérique	*Turdus migratorius*		F					
			C					
MIMIDAE								
Moqueur chat	*Dumetella carolinensis*		F					
Moqueur polyglotte	*Mimus polyglottos*		I					
Moqueur roux	*Toxostoma rufum*		F					
MOTACILLIDAE								
Pipit spioncelle	*Anthus spinoletta*				F			
BOMBYCILLIDAE								
Jaseur boréal	*Bombycilla garrulus*					F(H)		
Jaseur des cèdres	*Bombycilla cedrorum*		C					
LANIDAE								
Pie-grièche boréale	*Lanius excubitor*					I(H)		
Pie-grièche migratrice	*Lanius ludovicianus*		E					D

Annexe 3 (suite)

Famille et espèces		Nidification						
		Nicheur sédentaire	Nicheur migrateur	Nicheur résident	Migrateur	Visiteur	Présence	Statut
STURNIDAE								
Etourneau sansonnet	*Sturnus vulgaris*			C				
VIREONIDAE								
Viréo à tête bleue	*Vireo solitarius*		I					
Viréo mélodieux	*Vireo gilvus*		C					
Viréo de Philadelphie	*Vireo philadelphicus*		O					
Viréo aux yeux rouges	*Vireo olivaceus*		C					
EMBERIZIDAE								
Paruline obscure	*Vermivora peregrina*		F					
Paruline à joues grises	*Vermivora ruficapilla*		F					
Paruline à collier	*Parula americana*	O						
Paruline jaune	*Dendroica petechia*		C					
Paruline à flancs marron	*Dendroica pensylvanica*		C					
Paruline à tête cendrée	*Dendroica magnolia*		O		F(P)			
Paruline tigrée	*Dendroica tigrina*		O		F(P)			
Paruline bleue à gorge noire	*Dendroica caerulescens*		F					
Paruline à coupion jaune	*Dendroica coronata*		F					
Paruline verte à gorge noire	*Dendroica virens*		F					
Paruline à gorge orangée	*Dendroica fusca*		O					
Paruline des pins	*Dendroica pinus*		I					
Paruline à couronne rousse	*Dendroica palmarum*				E			
Paruline à poitrine baie	*Dendroica castanea*		O					
Paruline rayée	*Dendroica striata*				I			
Paruline noir et blanc	*Mniotilta varia*		F					
Paruline flamboyante	*Setophaga ruticilla*		C					
Paruline couronnée	*Seiurus aurocapillus*		C					
Paruline des ruisseaux	*Seiurus noveboracensis*		O					
Paruline à gorge grise	*Oporornis agilis*				E			
Paruline triste	*Oporornis philadelphia*		F					
Paruline masquée	*Geothlypis trichas*		C					
Paruline à calotte noire	*Wilsonia pusilla*				I			
Paruline du Canada	*Wilsonia canadensis*		F					
Paruline verdâtre	*Vermivora celata*				E			
Tangara écarlate	*Piranga olivacea*		O					
Cardinal rouge	*Cardinalis cardinalis*			E				
Cardinal à poitrine rose	*Pheucticus ludovicianus*		C					
Passerin indigo	*Passirena cyaned*		O					
Tohi à flancs roux	*Pipilo erythrophthalmus*		E					
Bruant hudsonien	*Spizella arborea*				C	F(H)		
Bruant familier	*Spizella passerina*		F					
Bruant des champs	*Spizella pusilla*		E					

Annexe 3 (suite)

Famille et espèces		Nidification						
		Nicheur sédentaire	Nicheur migrateur	Nicheur résident	Migrateur	Visiteur	Présence	Statut
EMBERIZIDAE (suite)								
Bruant vespéral	*Pooecetes gramineus*		O					
Bruant des prés	*Passerculus sandwichensis*		C					
Bruant à queue aiguë	*Ammodramus caudacutus*				I			
Bruant fauve	*Passerella iliaca*				E			
Bruant chanteur	*Melospiza melodia*		C					
Bruant de Lincoln	*Melospiza lincolnii*		O					
Bruant des marais	*Melospiza georgiana*		C					
Bruant à gorge blanche	*Zonotrichia albicollis*		C					
Bruant à couronne blanche	*Zonotrichia leucophrys*				C			
Junco ardoisé	*Junco hyemalis*			O	C			
Bruant lapon	*Calcarius lapponicus*					I(H)		
Bruant des neiges	*Plectrophenax nivalis*					C(H)		
Goglu	*Dolichonys oryzivorus*		C					
Carouge à épaulettes	*Agelaius phoeniceus*		C					
Sturnelle des prés	*Sturnella magna*		C					
Quiscale roulleux	*Euphagus carolinus*				O			
Quiscale bronzé	*Quiscalus quiscula*		C					
Vacher à tête brune	*Molothrus ater*		C					
Oriole des vergers	*Icterus spurius*					E		
Oriole du nord	*Icterus galbula*		C					
FRINGILLIDAE								
Dur-bec des pins	*Pinicola enucleator*					F(H)		
Roselin pourpré	*Carpodacus purpureus*			F				
Roselin familier	*Carpodacus mexicanus*					E		
Bec-croisé rouge	*Loxia curvirostra*			E				
Bec-croisé à ailes blanches	*Loxia leucoptera*				E			
Sizerin flammé	*Carduelis flammea*					C(H)		
Sizerin blanchâtre	*Carduelis hornemanni*					E(H)		
Chardonneret des pins	*Carduelis pinus*			O	F(P)			
Chardonneret jaune	*Carduelis tristis*			C		I(H)		
Gros-bec errant	*Coccothraustes vespertinus*			O		C(H)		
PASSERIDAE								
Moineau domestique	*Passer domesticus*	C						

Sources : Benoît *et al.*, 1987; adapté de Dion *et al.* (1988) et de Robert (1989).

C : commun; F : fréquent; O : occasionnel; I : inusité; E : exceptionnel.
(P) : printemps; (A) : automne; (H) : hiver.
Statut : V : vulnérable; M : menacé; D : en danger.

Remarque. - Nicheur signifie que, selon sa distribution au Québec, cet oiseau peut nicher dans le territoire et non qu'il y a des mentions confirmées de nidification.

Annexe 4 Les poissons de la région du lac Saint-Pierre

ACIPENSERIDAE
Esturgeon jaune
Esturgeon noir

AMIIDAE
Poisson-castor

ANGUILLIDAE
Anguille d'Amérique

CATOSTOMIDAE
Couette
Meunier rouge
Meunier noir
Suceur blanc
Suceur ballot
Suceur cuivré
Suceur rouge
Suceur jaune

CENTRARCHIDAE
Crapet de roche
Crapet-soleil
Achigan à petite bouche
Achigan à grande bouche
Marigane noire

CLUPEIDAE
Gaspareau
Alose savoureuse
Alose à gésier

COTTIDAE
Chabot visqueux

CYPRINIDAE
Carpe
Bec-de-lièvre
Méné d'argent
Méné jaune
Méné émeraude
Méné d'herbe
Méné à nageoires rouges
Menton noir
Museau noir
Queue à tache noire
Méné bleu
Méné paille
Méné pâle
Ventre-pourri
Tête-de-boule
Naseux noir
Naseux des rapides
Mulet à cornes
Ouitouche
Mulet perlé

CYPRINODONTIDAE
Fondule barré

ESOCIDAE
Brochet d'Amérique
Grand Brochet
Maskinongé

GADIDAE
Lotte
Poulamon atlantique

GASTEROSTEIDAE
Épinoche à cinq épines

HIODONTIDAE
Laquaiche argentée

ICTALURIDAE
Barbotte brune
Barbue de rivière
Barbotte des rapides
Chat-fou brun

LEPISOSTEIDAE
Lépisosté osseux

OSMERIDAE
Éperlan arc-en-ciel

PERCIDAE
Dard de sable
Dard à ventre jaune
Dard barré
Raseux-de-terre noir
Perchaude
Fouille-roche
Dard gris
Doré noir
Doré jaune

PERCICHTHYIDAE
Baret
Bar rayé

PERCOPSIDAE
Omisco

PETROMYZONTIDAE
Lamproie du Nord
Lamproie argentée
Lamproie de l'est
Lamproie marine

SALMONIDAE
Grand Corégone
Saumon chinook
Truite arc-en-ciel
Truite brune
Omble de fontaine

SCIAENIDAE
Malachigan

UMBRIDAE
Umbre de vase

Source : **Benoît *et al.*, 1987.**

*Annexe 5 Définition du PSD et du RSD**

A. PSD (*Proportional Stock Density*)

$$PSD = \frac{\text{Nombre de poissons} \geq \text{taille Q (530 mm) X 100}}{\text{Nombre de poissons} \geq \text{taille S (350 mm)}}$$

Cet indice est une façon simplifiée de qualifier la structure de taille d'une population (Anderson et Weithman, 1978).

B. RSD (*Relative Stock Density*)

Les RSD (Q, P, M, T) correspondent à une division des tailles du PSD en 4 classes; ces classes sont définies en fonction du record mondial de taille pour l'espèce. Cette nomenclature adaptée au langage des pêcheurs sportifs est la suivante pour le Grand Brochet (Gablehouse, 1984) :

RSD-Q taille qualité: 530 mm < % de brochets ≤ 710 mm

RSD-P taille préférée: 710 mm < % de brochets ≤ 860 mm

RSD-M taille mémorable: 860 mm < % de brochets ≤ 1120 mm

RSD-T taille trophée: 1120 mm < % de brochets

* Tiré de Lamoureux *et al.*, 1988.

Annexe 6 Longueurs moyennes et erreurs types des Perchaudes mâles et femelles, capturées à la pêche commerciale au verveux au lac Saint-Pierre, en fonction des différents secteurs et des années

	Baie Saint-François		Baieville-Nicolet		Baie Maskinongé	
Échantillon	M	F	M	F	M	F
78	200,89 (1,41)	204,54 (0,77)	181,63 (0,58)	202,47 (0,67)		
79	209,8 (0,68)	227,01 (0,76)	198,07 (0,65)	230,94 (0,77)		
80	172,13 (1,14)	198,8 (0,83)	177,41 (0,74)	207,02 (1,01)		
83	150,94 (0,80)	199,37 (1,92)	158,92 (0,98)	202,59 (1,53)	161,41 (0,88)	200,68 (1,64)
84			163 (0,9)	197,6 (2,7)		
86	171,0 (0,43)	193,8 (0,67)			164,88 (0,33)	188,67 (0,75)

Source : Mailhot *et al.*, 1987.

Remarque : Les chiffres entre parenthèses représentent les erreurs types.

Annexe 7 *Taille (mm), PSD et RSD des Grands Brochets échantillonnés dans les captures sportives et commerciales dans les nappes d'eau de la plaine du Saint-Laurent*

Nappes d'eau	Glace							Eau libre						
	Taille			RSD				Taille			RSD			
	Moyenne	Étendue	PSD	Q	P	M	T	Moyenne	Étendue	PSD	Q	P	M	T
Lac Saint-Pierre (a)														
Pêche commerciale 1983								433	237-860	20	19	1	-	-
Pêche sportive 1983 (b)	493	260-840	38	34	4	-	-							
Pêche commerciale 1984 (c)								433	240-895	13	12	4	-	-
Pêche sportive (été) 1985								492	267-795	34	29	5	-	-
Pêche sportive (île) 1985 (d)	561	280-736	-	-	-	-	-							
Pêche commerciale (print.) 1986								440	240-850	19	14	2	-	-
Lac Saint-Louis (e)														
Pêche sportive 1983	514	340-856	34	32	2	-	-							
Pêche sportive (été) 1985	499	380-655	26	26	-	-	-	573	306-999	57	43	12	2	-
Lac Saint-François (e)														
Pêche sportive (été) 1985								581	375-946	58	40	14	4	-
Lac des Deux Montagnes														
Pêche sportive 1985	497	325-745	27	25	2	-	-	520	310-930	37	30	5	1	-

Source : Lamoureux *et al.*, 1988.
(a): Hazel et Pomerleau, 1986
(b): Anse-du-Fort
(c): Nicolet
(d): Tournoi
(e): Fournier, 1986; Dumont et Dumas, 1986

Annexe 8 ***Répartition en fonction de l'âge des Grands Brochets capturés à l'aide de verveux dans la région de Nicolet en 1984 (1 échantillon, n = 278)***

Âge	Pourcentage
1	5
2	58
3	22
4	11
5	4
6-8	1

Source : Lamoureux *et al.*, 1988.